

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Instalación eléctrica para una nave industrial



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Autor: Jaime González Salcedo

Director: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 22 de Junio de 2017

RESUMEN

En el presente documento, se describe y se calcula todo el proceso de diseño de una instalación eléctrica para una nave con fines de mecanizado en Navarra.

El proyecto incluye el centro de transformación, la acometida a la nave, la distribución de los cuadros eléctricos, el cálculo de puesta a tierra, la mejora del factor de potencia, el cálculo de los dispositivos de seguridad necesarios, como magnetotérmicos y diferenciales, el cálculo para la distribución y el tipo de alumbrado, y el cálculo de las secciones de los conductores y sus canalizaciones fuera y dentro de la nave.

Para todos estos cálculos sean válidos, se tendrá que cumplir todo lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, por lo que se detallará en cada capítulo que norma se está utilizando.

Se han diseñado los planos mediante el software Autocad, la iluminación se ha calculado con ayuda del programa Dialux y los demás cálculos se han realizado con Microsoft Excel.

Además, para que el proyecto pueda llevarse a cabo necesitará una estructura específica que consta de los siguientes documentos:

- Documento nº1: Memoria descriptiva
- Documento nº2: Cálculos justificativos
- Documento nº3: Planos de la nave y de la instalación
- Documento nº4: Pliego de Condiciones
- Documento nº5: Estudio básico de seguridad y salud
- Documento nº6: Presupuesto
- Documento nº7: Bibliografía

Por último, cabe mencionar que este proyecto servirá como Trabajo de Fin de Grado para el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad Pública de Navarra.

PALABRAS CLAVE

Instalación Eléctrica

Iluminación

Centro de Transformación

Nave Industrial

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: MEMORIA	10
1.1 INFORMACIÓN INICIAL.....	12
1.2 OBJETO DEL PROYECTO	13
1.3 ENTORNO FÍSICO.....	13
1.4 DATOS DEL EDIFICIO	14
1.5 MAQUINARIA INSTALADA	14
1.6 ALUMBRADO DE LA NAVE	15
1.6.1 DISTRIBUCIÓN DE LA LUMINOSIDAD	15
1.6.2 ELECCIÓN DEL ALUMBRADO.....	16
1.6.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	16
1.6.4 ALUMBRADO EXTERIOR.....	17
1.7 CARGAS DE LA INSTALACIÓN	18
1.7.1 MAQUINARIA.....	18
1.7.2 LUMINARIAS.....	19
1.8 DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	19
1.8.1 CUADROS ELÉCTRICOS.....	20
1.8.2 CONDUCTORES UTILIZADOS	23
1.8.3 SISTEMA DE CANALIZACIONES.....	24
1.9 PROTECCIONES.....	25
1.9.1 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	25
1.9.2 INTERRUPTOR DIFERENCIAL AUTOMÁTICO	28
1.10 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES.....	31
1.11 PUESTA A TIERRA.....	32
1.12 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.....	34
1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	35
 DOCUMENTO 2: CÁLCULOS.....	 37
2.1 PREVISIÓN DE CARGAS.....	39
2.2 CÁLCULO DE LUMINARIAS.....	40
2.3 CÁLCULOS DE LAS SECCIONES	41
2.3.1 CRITERIO TÉRMICO	41
2.3.2 CRITERIO DE MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN.....	46
2.4 CÁLCULO DEL INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO.....	50

2.5 CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA.....	54
2.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.....	54
2.5.2 TIERRA DE SERVICIO.....	55
2.5.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS	56
2.6 MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.....	58

DOCUMENTO 3: PLANOS.....60

1. PLANO DE EMPLAZAMIENTO E 1:5000	
2. PLANO DE SITUACIÓN E 1:1000	
3. PLANTA DE LA NAVE E 1:200	
4. DISTRIBUCIÓN DEL ALUMBRADO E 1:200	
5. DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE E 1:200	
6. DISTRIBUCIÓN DE PUESTA A TIERRA E 1:200	
7. VISTAS Y SECCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN E 1:50	
8. ESQUEMA ELÉCTRICO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
9. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	
10. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 1	
11. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 2	
12. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 3	
13. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO 4	
14. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR	
15. ESQUEMA MULTIFILAR DE MANDO CUADRO AUXILIAR	
16. ESQUEMA MULTIFILAR DE FUERZA CUADRO AUXILIAR	
17. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO EXTERIOR	
18. ESQUEMA MULTIFILAR DE MANDO CUADRO EXTERIOR	
19. ESQUEMA MULTIFILAR DE FUERZA CUADRO EXTERIOR	
20. ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE LAS FASES	
21. DISTRIBUCIÓN ALUMBRADO DE EMERGENCIA E 1:200	

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....85

4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	88
4.1.1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	88
4.1.2 DISPOSICIONES GENERALES	88
4.1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS	88

4.1.4 SEGURIDAD EN EL TRABAJO	89
4.1.5 SEGURIDAD PÚBLICA	90
4.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	90
4.1.6.1 Datos de la obra	90
4.1.6.2 Replanteo de la obra	90
4.1.6.3 Condiciones generales	91
4.1.7 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN	91
4.1.8. ACOPIO DE MATERIALES	92
4.1.9. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE	92
4.1.10 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS	92
4.1.11 VARIACIONES DE PROYECTO.....	93
4.1.12 COOPERACIÓN CON OTROS INSTALADORES	93
4.1.13 PROTECCIÓN	93
4.1.14 LIMPIEZA DE LA OBRA	94
4.1.15 ANDAMIOS Y APAREJOS	94
4.1.16 OBRAS DE ALBAÑILERÍA	94
4.1.17 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.....	95
4.1.18 RUIDOS Y VIBRACIONES	95
4.1.19 ACCESIBILIDAD.....	95
4.1.20 CANALIZACIONES	96
4.1.21 MANGUITOS PASAMUROS	96
4.1.22 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO	96
4.1.23 PROTECCIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS.....	97
4.1.24 CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS	97
4.1.25 IDENTIFICACIÓN	97
4.1.26 PRUEBAS PARCIALES.....	98
4.1.27 PRUEBAS FINALES	98
4.1.28 RECEPCIÓN PROVISIONAL	98
4.1.29 PERIODOS DE GARANTÍA	99
4.1.30 RECEPCIÓN DEFINITIVA.	100
4.1.31 PERMISOS	100
4.1.32 ENTRENAMIENTO	100
4.1.33 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS	100
4.1.34 SUBCONTRATACIÓN DE LA OBRAS	100

4.1.35 RIESGOS	101
4.1.36 RESCISIÓN DEL CONTRATO	101
4.1.37 PAGO DE OBRA	102
4.1.38 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS	102
4.1.39 DISPOSICIÓN FINAL	102
4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.	103
4.2.1 GENERALIDADES	103
4.2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	103
4.2.2.1 Dispositivos generales e individuales	103
4.2.2.2 Instalación Interior	103
4.2.2.3. Aparatos de protección	104
4.2.2.4. Identificación de los conductores	104
4.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones	104
4.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	105
4.2.2.7. Conexiones Eléctricas	105
4.2.2.8. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	105
4.2.3 RED DE TIERRA	106
4.2.3.1 Conductores.....	106
4.2.3.2 Resistencia de las tomas de tierra.	107
4.2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	107
4.2.4.1 Aparamenta de alta tensión	107
4.2.4.2 Transformador	107
4.2.4.3 Puesta a tierra del centro de transformación	108
4.2.4.4 Puesta en servicio y desconexión del C.T.	108
4.2.4.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	109
4.2.5 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	109

DOCUMENTO 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....111

5.1 OBJETO DEL ESTUDIO.....	113
5.2 RIESGOS FRECUENTES	113
5.3 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD	114
5.3.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	115
5.3.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	115
5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	116
5.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	117

5.6 ZANJAS	117
5.7 SEÑALIZACIÓN	118
5.8 NORMATIVA DE APLICACIÓN	120

DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO.....122

6.1 PRESUPUESTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN	124
6.1.1 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	124
6.1.2 SUMINISTRO	125
6.1.3 CUADROS ELÉCTRICOS	129
6.1.4 ILUMINACIÓN	130
6.1.5 PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECORRIENTES	132
6.1.6 PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS.....	134
6.1.7 AUTOMATISMOS	136
6.1.8 BATERIA DE CONDENSADORES.....	137
6.1.9 TOMAS DE CORRIENTE.....	138
6.1.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	138
6.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).....	140
6.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	141

DOCUMENTO 7: BIBLIOGRAFÍA.....143

7.1 NORMATIVA.....	145
7.2 MEMORIA.....	145
7.3 CÁLCULOS	146
7.4 PLIEGO DE CONDICIONES.....	146
7.5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	147
7.6 PRESUPUESTO	147

DOCUMENTO 1

MEMORIA

ÍNDICE

1.1 INFORMACIÓN INICIAL	12
1.2 OBJETO DEL PROYECTO	13
1.3 ENTORNO FÍSICO	13
1.4 DATOS DEL EDIFICIO	14
1.5 MAQUINARIA INSTALADA	14
1.6 ALUMBRADO DE LA NAVE	15
1.6.1 DISTRIBUCIÓN DE LA LUMINOSIDAD	15
1.6.2 ELECCIÓN DEL ALUMBRADO	16
1.6.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	16
1.6.4 ALUMBRADO EXTERIOR	17
1.7 CARGAS DE LA INSTALACIÓN	18
1.7.1 MAQUINARIA	18
1.7.2 LUMINARIAS	19
1.8 DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	19
1.8.1 CUADROS ELÉCTRICOS	20
1.8.2 CONDUCTORES UTILIZADOS	23
1.8.3 SISTEMA DE CANALIZACIONES	24
1.9 PROTECCIONES	25
1.9.1 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	25
1.9.2 INTERRUPTOR DIFERENCIAL AUTOMÁTICO	28
1.10 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES	31
1.11 PUESTA A TIERRA	32
1.12 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	34
1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	35

1.1 INFORMACIÓN INICIAL

PROYECTO

TÍTULO: **Instalación eléctrica de una nave industrial con centro de transformación**

EMPLAZAMIENTO: Se ubicará este proyecto en la parcela 14.6 del Area Industrial Comarca-II, en la calle A, numero 53, en el término municipal de Esparza de Galar en Navarra, ESPAÑA.

PETICIONARIO

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación de la Universidad Pública de Navarra
Dirección: Campus de Arrosadia, s/n, 31006
Localidad: Pamplona (NAVARRA)

AUTOR

Nombre: Jaime González Salcedo
Dirección: P/Conde de Rodezno 11º
Localidad: Pamplona (Navarra)
DNI: 73419538L
Correo electrónico: jaimegonzalezsalcedo@hotmail.es

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objeto la instalación eléctrica en baja tensión para una nave industrial con centro de transformación ubicada en Esparza de Galar (NAVARRA). La nave será destinada a fines industriales.

Será necesario el correcto funcionamiento de la instalación de la nave y un alto grado de seguridad, para ello nos basaremos en el tipo de máquinas existentes en la nave y en su distribución, adecuando la instalación a la normativa y proporcionando una iluminación específica dependiendo de la zona a iluminar. Además, se calculará la puesta a tierra de la nave, el centro de transformación, las secciones de los cables, las protecciones, la distribución de la instalación eléctrica y la mejora del factor de potencia que se utilizará.

1.3 ENTORNO FÍSICO

La parcela se haya ubicada en el Polígono Industrial Comarca II, en la cuenca del barranco de Esparza (Esquíroz). El polígono tiene una extensión de 839.225m², 130 parcelas y 95 empresas.

El área industrial se ubica al Suroeste del núcleo urbano de Esquíroz. Limita al Norte con el Señorío de Barbatain y la carretera de conexión de este núcleo con Esquíroz. Al Este con el río Elorz, las instalaciones de la empresa BSH y la carretera de acceso a las instalaciones de la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH). Al Sur, limita también con las instalaciones de CLH. Y al Oeste, con fincas rústicas.

El ámbito pertenece administrativamente al Ayuntamiento de la Cendéa de Galar, y ocupa terrenos de cuatro Concejos: Barbatain, Galar, Esparza de Galar y Salinas de Pamplona.

1.4 DATOS DEL EDIFICIO

La nave industrial está ubicada en la parcela 14.6. La parcela mide 22 metros de ancho y 62 metros de largo. La nave esta construida a 22 metros de la entrada de la parcela, y tiene una separación de 4 metros con los límites longitudinales de la parcela. La nave mide 16 metros de ancho y 47 de largo.

La distribución de la superficie de la nave es la siguiente:

Distribución de espacio	Área (m²)
Vestuario	41,4
Taller	544,8
Almacén	51,6
Recepción	34,6
C.T	17,9

1.5 MAQUINARIA INSTALADA

La nave dispondrá de una serie de maquinaria que será necesaria para la ejecución de la actividad industrial. El consumo de potencia de cada máquina, así como su factor de potencia, están detallados en la tabla inferior.

Elemento	Potencia activa (W)	Factor de potencia	Cantidad
Centro de mecanizado	3000	0,86	2
Prensa hidráulica	8500	0,87	2
Equipo de soldadura	7000	0,85	2
Plegadora	3000	0,88	2
Cortadora	2000	0,87	2
Compresor	1800	0,86	1
Rodillo	2200	0,85	1

Esta potencia será suministrada por Iberdrola S. A. en Media Tensión (13,2 kV) en trifásica y a 50 Hz. El suministro llegará al centro de transformación de la parcela mediante una acometida subterránea.

1.6 ALUMBRADO DE LA NAVE

El alumbrado de la nave será un tema muy importante ya que la luminosidad de un espacio de trabajo influye en gran medida en el resultado de éste. Será necesario que en cada espacio destinado para cada uno de los usos de la nave, la cantidad y la calidad de la luz sea la óptima, permitiendo seguridad a la vez que confort en el desarrollo de la actividad.

Para elegir el alumbrado y la distribución de la luminaria, el proyecto se apoyará en el programa informático DIALux v. 4.13. Este programa permitirá que la cantidad de luminosidad de cada espacio de la nave sea el deseado, y facilitará el cálculo.

1.6.1 DISTRIBUCIÓN DE LA LUMINOSIDAD

Cada zona de la nave dispondrá de una cantidad distinta de luxes óptima para su actividad, este flujo lumínico será distinto en la zona de taller que en los vestuarios o la recepción. Se ha optado por un alumbrado trifásico en la zona del taller.

Como se ha explicado anteriormente, la distribución de las lámparas en función del espacio se realizará con el programa DIALux. Para ello, es necesario conocer la cantidad de luxes que se instalarán en cada zona de la nave. Este flujo lumínico viene determinado por la norma UNE 12464.1 que es la Norma Europea sobre Iluminación para Interiores.

Se ha escogido el flujo lumínico como se refleja en la siguiente tabla:

Zona	Iluminación (Lux)
Vestuario	200
Taller	300
Almacén	200
Recepción	200
C.T	50

1.6.2 ELECCIÓN DEL ALUMBRADO

Se han seleccionado las bombillas Philips por tener un buen ratio calidad/precio y se han escogido las diferentes lámparas en función de la zona de la nave. En la siguiente tabla se especifica el tipo de lámpara escogida así como la potencia que necesitan:

Zona	Iluminación (Lux)	Área (m ²)	Lúmenes	Lámpara	Altura (m)	Pn (W)	Cantidad	Pn total (W)
Vestuario	200	41,4	8280	PHILIPS CR200B 4xTL5-24W HFP GT Monofásica	3	24	9	216
Taller	300	544,8	163440	PHILIPS FCH481 4xPL-L55W HFP M2 Trifásica	5	55	39	2145
Almacén	200	51,6	10320	PHILIPS CR200B 4xTL5-24W HFP GT Monofásica	3	24	10	240
Recepción	200	34,6	6920	PHILIPS CR200B 4xTL5-24W HFP GT Monofásica	3	24	7	168
C.T	50	17,9	895	PHILIPS CR200B 4xTL5-24W HFP GT Monofásica	3,4	24	2	48

Las lámparas serán monofásicas excepto las del taller, que debido a su elevada potencia nominal se deciden instalar lámparas trifásicas. Además, la iluminación del taller se divide en 3 zonas, para secuenciar su encendido y evitar sobrecorrientes.

Las zonas monofásicas dispondrán de interruptores básicos así como conmutados para su encendido y apagado, y las trifásicas tendrán dos pulsadores de marcha y otros de apagado por cada zona.

El alumbrado queda reflejado en el plano nº4 del Documento 3.

1.6.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia deberá asegurar la iluminación mínima de la nave y el acceso a las salidas cuando falle el alumbrado general. Se dispondrá de modo que la evacuación sea cómoda y fácil. Este alumbrado tendrá como mínimo una iluminación de aproximadamente 5 lux y deberá funcionar por lo menos 1 hora sin interrumpirse.

El alumbrado de emergencia será puesto en funcionamiento de manera automática cuando el alumbrado general falle, o cuando la tensión de las líneas de alumbrado baje del 70% de su valor nominal. El alumbrado de emergencia se ubicará en las puertas de las salidas, en los puntos de extinción de incendios, en los aseos y en los cambios de dirección hacia la salida de emergencia.

La ubicación real del alumbrado, así como el camino de evacuación de emergencia se detalla en el plano nº21 del Documento 3.

1.6.4 ALUMBRADO EXTERIOR

El alumbrado exterior deberá asegurar la iluminación mínima en la zona exterior de la nave. Se considera que una iluminación de 20 luxes en toda la superficie exterior será suficiente.

Se eligen 18 lámparas monofásicas PHILIPS BOTANIC floodlight GREY 2x23W, de las cuales 16 se instalarán atornilladas en la superficie de la nave, y 2 en la valla de entrada a la parcela.

Estas lámparas se accionarán por medio de un reloj, que determinará el momento del día en el que la iluminación exterior se haga necesaria.

La disposición de las lámparas en planta se detallan en el Plano nº4 del Documento 3.

1.7 CARGAS DE LA INSTALACIÓN

Las cargas de la instalación serán las de los motores de la maquinaria, y el alumbrado de la nave. Estas cargas no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución y tendrán unos requisitos conformes a la normativa.

1.7.1 MAQUINARIA

Para la maquinaria, la potencia nominal se sobredimensiona un 25% para mayor seguridad en el arranque, y por tanto se calcula una nueva intensidad, que será la utilizada para todos los cálculos posteriores. En la siguiente tabla se detallan las máquinas, su potencia y las intensidades de cálculo:

Elemento	Potencia activa (W)	Potencia instalada (W)	Voltaje (V)	Factor de potencia	Intensidad nominal (A)	ϕ (rad)	Potencia reactiva (VAr)	Potencia aparente (VA)
Centro de mecanizado	3000	3750	380	0,86	11,47	0,54	2225,12	4360,47
Centro de mecanizado	3000	3750	380	0,86	11,47	0,54	2225,12	4360,47
Prensa hidráulica	8500	10625	380	0,87	32,14	0,52	6021,46	12212,64
Prensa hidráulica	8500	10625	380	0,87	32,14	0,52	6021,46	12212,64
Equipo de soldadura	7000	8750	380	0,85	27,09	0,55	5422,76	10294,12
Equipo de soldadura	7000	8750	380	0,85	27,09	0,55	5422,76	10294,12
Plegadora	3000	3750	380	0,88	11,21	0,49	2024,04	4261,36
Plegadora	3000	3750	380	0,88	11,21	0,49	2024,04	4261,36
Cortadora	2000	2500	380	0,87	7,56	0,52	1416,82	2873,56
Cortadora	2000	2500	380	0,87	7,56	0,52	1416,82	2873,56
Compresor	1800	2250	380	0,86	6,88	0,54	1335,07	2616,28
Rodillo	2200	2750	380	0,85	8,51	0,55	1704,30	3235,29
Total	51000	63750	-	-	194,36	-	37259,76	73855,88

1.7.2 LUMINARIAS

Para el alumbrado, la potencia nominal de las luminarias de sobredimensiona en un 80% para tener una mayor seguridad. En la siguiente tabla se detallan las luminarias de cada zona, su potencia y las intensidades de cálculo:

Zona	P _n (W)	P instalada (W)	I _n (A)	I _{cálculo} (A)
Vestuario	216	388,8	0,94	1,69
Taller	2145	3861	5,36	9,65
Almacén	240	432	1,04	1,88
Recepción	168	302,4	0,73	1,31
C.T	48	86,4	0,21	0,38

1.8 DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se realizará de forma que los consumos de cada fase sean equilibrados. Del transformador del centro de transformación (C.T) salen 3 fases y neutro, que van al Cuadro de Baja Tensión (C.B.T). De ahí, una fase y el neutro irán al Cuadro Auxiliar del C.T para la alimentación monofásica de las tomas de corriente y las luminarias del propio centro.

Del C.B.T irán, bajo canalización entubada, los 4 conductores que acometerán la nave en el Cuadro General de Distribución (CGD). Desde ahí, se distribuirán las 3 fases a los cuadros secundarios 1, 2 y 3; que alimentarán las máquinas en trifásica y sin neutro.

Al cuadro secundario 4 (C.S.4) irán los cuatro conductores, y se distribuirán para alimentar el alumbrado monofásico de los distintos espacios de la nave. Del CS4 cuelgan el cuadro auxiliar (que alimenta las lámparas trifásicas de la nave) y el cuadro exterior (que alimenta las lámparas exteriores de la nave).

La distribución eléctrica de la instalación de la nave se encuentra detallada en el plano nº5 del Documento 3.

1.8.1 CUADROS ELÉCTRICOS

La instalación se va a dividir por zonas, se hará de esta forma para disminuir la cantidad de puntos de la instalación afectados en caso de avería. Para ello se ha optado por instalar 4 cuadros secundarios y 3 cuadros auxiliares.

Estos cuadros se encargarán de soportar los dispositivos de mando y los de protección de la instalación, y permitirán hacer una instalación ordenada y segura. Todos los elementos de protección estarán diseñados de manera que se asegure la selectividad entre ellos, es decir, que ante un cortocircuito o anomalía en la instalación, el dispositivo que se encuentre más aguas abajo sea el que salte y no otro, permitiendo localizar la avería mas fácilmente y dejando la mayor cantidad posible de la instalación en funcionamiento.

La instalación incluye un Cuadro General de Distribución, situado a la entrada de la nave, para facilitar el acceso en caso de avería, además, al estar dentro de la nave se evitará que se pueda manipular la instalación desde el exterior. A este cuadro le suministrará la energía directamente el Cuadro de Baja Tensión del centro de transformación.

Todos los cuadros mencionados anteriormente dispondrán de las protecciones necesarias que luego se describen, estarán convenientemente puestas a tierra y deberán tener un cierre que impida la manipulación de la caja a personas ajenas.

Se procede a insertar los diferentes cuadros con las líneas que alimentarán:

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
A	C.G.D	60766,0	77885,8	87991,68	244,26
B	C.A-C.T	792,0	1020,8	1020,80	4,44
Total		61558,0	78906,6	89012,48	248,70

Cuadro Auxiliar del C.T (C.A-C.T):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
B.1	Alumbrado monofásico	48,0	86,4	86,40	0,38
B.2	Alumbrado emergencia	8,0	14,4	14,40	0,06
B.3	2 tomas de corriente	736,0	920,0	920,00	4,00
Total		792,0	1020,8	1020,80	4,44

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
1	Cuadro secundario 1	15500,0	19375,0	22424,68	59,01
2	Cuadro secundario 2	14000,0	17500,0	20302,61	53,43
3	Cuadro secundario 3	21500,0	26875,0	31128,59	81,92
4	Cuadro secundario 4	9786,0	14160,8	14160,80	49,97
Total		60786,0	77910,8	88016,68	244,32

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
1.1	Centro de mecanizado 1	3000	3750	4360,47	11,47
1.2	Prensa hidráulica 1	8500	10625	12212,64	32,14
1.3	Compresor	1800	2250	2616,28	6,88
1.4	Rodillo	2200	2750	3235,29	8,51
Total		15500	19375	22424,68	59,01

Cuadro Secundario 2 (C.S.2):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
2.1	Equipo de soldadura 1	7000	8750,0	10294,12	27,09
2.2	Plegadora 1	3000	3750,0	4261,36	11,21
2.3	Cortadora 1	2000	2500,0	2873,56	7,56
2.4	Cortadora 2	2000	2500,0	2873,56	7,56
Total		14000	17500,0	20302,61	53,43

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
3.1	Centro de mecanizado 2	3000	3750	4360,47	11,47
3.2	Prensa hidráulica 2	8500	10625	12212,64	32,14
3.3	Equipo de soldadura 2	7000	8750	10294,12	27,09
3.4	Plegadora 2	3000	3750	4261,36	11,21
Total		21500	26875	31128,59	81,92

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
4.1	Alumbrado monofásico	624,0	1123,2	1123,20	4,88
4.2	Alumbrado emergencia	104,0	187,2	187,20	0,81
4.3	Tomas de corriente 12ud	1840,0	2300,0	2300,00	10,00
4.4	Tomas de corriente 12ud	1840,0	2300,0	2300,00	10,00
4.5	Cuadro auxiliar	4530,0	6735,0	6735,00	17,72
4.6	Cuadro alumbrado exterior	848,0	1515,4	1515,40	6,55
Total		9786,0	14160,8	14160,80	49,97

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
4.5.1	Alumbrado trifasico zona 1	600,0	1080,0	1080,00	2,84
4.5.2	Alumbrado trifasico zona 2	600,0	1080,0	1080,00	2,84
4.5.3	Alumbrado trifasico zona 3	750,0	1350,0	1350,00	3,55
4.5.4	Tomas trifasicas 12 ud	2560,0	3200,0	3200,00	8,42
4.5.5	Control del alumbrado	20,0	25,0	25,00	0,07
Total		4530,0	6735,0	6735,00	17,72

Cuadro Exterior (C.E):

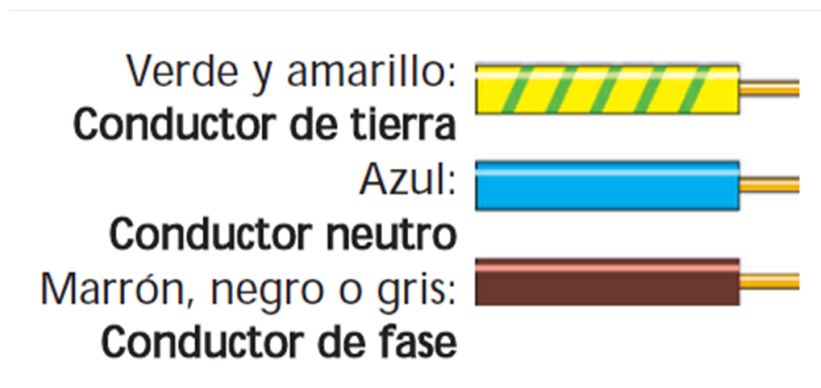
Línea	Elemento	Pn (W)	Potencia instalada (W)	Sn (VA)	Icálculo (A)
4.6.1	Alumbrado monofásico	828,0	1490,4	1490,40	6,48
4.6.2	Control del alumbrado	20,0	25,0	25,00	0,07
Total		848,0	1515,4	1515,40	6,55

1.8.2 CONDUCTORES UTILIZADOS

Se van a emplear conductores de cobre aislados mediante poliestireno reticulado (XLPE) con cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1). Los conductores estarán en tubo rígido endosados a la pared e irán del cuadro general a los distintos cuadros secundarios.

Se calculará la caída de tensión máxima según la ITC-BT-19, es decir, 4,5% de caída de tensión para el alumbrado y 6,5% de caída para los motores y demás aplicaciones. En el apartado de los cálculos se detallará el procedimiento utilizado para calcular las secciones.

Los conductores deberán ser fácilmente identificables. El neutro será de color azul y el conductor de protección será verde y amarillo. Por último, las distintas fases se identificarán con los colores marrón, negro y gris, como se explica en la imagen siguiente:



1.8.3 SISTEMA DE CANALIZACIONES

Para el interior de la nave, se opta por canalizar los diferentes conductores en tubos rígidos endosados a la pared. De esta forma se evitarán los sistemas de bandejas que pueden deteriorarse ante presencia de roedores.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la siguiente tabla se incluyen los diámetros exteriores de los tubos en función del número y sección de los conductores según la ITC-BT-21.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Para la canalización de los conductores que discurren entre el centro de transformación y el Cuadro General de Distribución se utilizarán tubos enterrados de PVC tal y como se indica en los planos. Para ello se realizarán una serie de zanjas que permitan enterrar los tubos con seguridad. En las zanjas irán dos tubos de PVC de 160 mm de sección, calculada según la tabla 9 de la ITC-BT-21. Uno de los tubos se incluye por si en el futuro se necesitan acometer más líneas del centro a la nave, en el otro irán las 3 fases y el neutro.

Los tubos enterrados cumplirán todo lo especificado en el capítulo 1.2.4 sobre tubos en canalizaciones enterradas de la ITC-BT-21.

1.9 PROTECCIONES

Todos los cuadros de la instalación deberán tener las protecciones reglamentarias para baja tensión, es decir, interruptores diferenciales y magnetotérmico. Y todos ellos cumplirán con la selectividad de sus dispositivos.

1.9.1 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO

El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, que pueden ser producidas por cortocircuitos o por una sobrecorriente debida a un número excesivo de elementos conectados. El interruptor magnetotérmico funciona debido a dos efectos distintos. El primero es el efecto magnético y el segundo es el efecto térmico. Posee un electroimán y una lámina bimetálica en serie por los que circula la corriente de la carga.



Cuando se produce un cortocircuito, y la corriente está entre 3 y 20 veces la nominal, esa corriente genera una fuerza magnética en el electroimán, que hace que se corte la corriente en aproximadamente 25 milisegundos. Esta parte es la magnética, que es la parte mas rápida del magnetotérmico.

Cuando se produce una sobrecorriente con unos niveles que no son suficientes para que salte la parte magnética, la parte bimetálica sufrirá una deformación que provocará la apertura del contacto. Esta parte protegerá la instalación ante sobrecargas.

Se ha optado por un magnetotérmico por cada linea ya que hay pocas máquinas y así aumentaremos al máximo la selectividad de los cortes y la garantía del suministro. A continuación se enumeran los magnetotérmicos que se instalarán para los diferentes cuadros:

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
A	IM.A	244,3	D
B	IM.B	4,4	D

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
1	IM.1	59,0	D
2	IM.2	53,4	D
3	IM.3	81,9	D
4	IM.4	50,0	D

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
1.1	IM.1.1	11,5	D
1.2	IM.1.2	32,1	D
1.3	IM.1.3	6,9	D
1.4	IM.1.4	8,5	D

Cuadro Secundario 2 (C.S.2)

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
2.1	IM.2.1	27,1	D
2.2	IM.2.2	11,2	D
2.3	IM.2.3	7,6	D
2.4	IM.2.4	7,6	D

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
3.1	IM.3.1	11,5	D
3.2	IM.3.2	32,1	D
3.3	IM.3.3	27,1	D
3.4	IM.3.4	11,2	D

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
4.1	IM.4.1	4,9	C
4.2	IM.4.2	0,8	C
4.3	IM.4.3	10,0	C
4.4	IM.4.4	10,0	C
4.5	IM.4.5	17,7	C
4.6	IM.4.6	6,5	C

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
4.5.1	IM.4.5.1	2,8	C
4.5.2	IM.4.5.2	2,8	C
4.5.3	IM.4.5.3	3,6	C
4.5.4	IM.4.5.4	8,4	C
4.5.5	IM.4.5.5	0,1	C

Cuadro Exterior (C.E):

Línea	Int. magnetotérmico	Icálculo (A)	Curva
4.6.1	IM.4.6.1	6,5	C
4.6.2	IM.4.6.2	0,1	C

1.9.2 INTERRUPTOR DIFERENCIAL AUTOMÁTICO

El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos.

Es un interruptor que tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida de un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado, llamado sensibilidad, para el que está calibrado (30 mA, 300 mA, etc.), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.



En esencia, el interruptor diferencial consta de 2 bobinas, colocadas en serie con los conductores que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico puede accionar unos contactos. Cuando las corrientes en las bobinas dejan de ser iguales, el flujo diferencial entre ellas crea una corriente que activa el electroimán, que a su vez posibilita la apertura de los contactos del interruptor.

A continuación se enumeran los diferenciales que se instalarán para los diferentes cuadros:

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Int. diferencial	I _{cálculo} (A)	Sensibilidad (mA)
A	DIF.A	244,3	1000
B	DIF.B	4,4	30

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Int. diferencial	I _{cálculo} (A)	Sensibilidad (mA)
1	DIF.1	59,0	300
2	DIF.2	53,4	300
3	DIF.3	81,9	300
4	DIF.4	50,0	300

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Int. diferencial	Icálculo (A)	Sensibilidad (mA)
1.1-1.2	DIF.1.1	43,6	300
1.3-1.4	DIF.1.2	15,4	300

Cuadro Secundario 2 (C.S.2):

Línea	Int. diferencial	Icálculo (A)	Sensibilidad (mA)
2.1-2.2	DIF.2.1	38,3	300
2.3-2.4	DIF.2.2	15,1	300

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Int. diferencial	Icálculo (A)	Sensibilidad (mA)
3.1-3.2	DIF.3.1	43,6	300
3.3-3.4	DIF.3.2	38,3	300

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Int. diferencial	Icálculo (A)	Sensibilidad (mA)
4.1-4.4	DIF.4.1	25,7	30
4.5	DIF.4.2	17,7	300
4.6	DIF.4.3	6,5	30

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Int. diferencial	Icálculo (A)	Sensibilidad (mA)
4.5.1-4.5.3	DIF.4.5.1	9,2	30
4.5.4	DIF.4.5.2	8,4	30
4.5.5	DIF.4.5.3	0,1	30

Cuadro Exterior (C.E):

Línea	Int. diferencial	Icálculo (A)	Sensibilidad (mA)
4.6.1	DIF.4.6.1	6,5	30,0
4.6.2	DIF.4.6.2	0,1	30,0

1.10 SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

Para la elección de la sección de los conductores hay dos criterios, el criterio térmico, que viene impuesto por la corriente nominal, y el criterio de máxima caída de tensión. Los cálculos para los dos criterios vienen detallados en el Documento 2: Cálculos.

Las secciones que se van a utilizar están normalizadas y unificadas para que la instalación sea fácil y haya menos tipos de conductores. Se sobredimensiona la intensidad nominal en los cálculos para obtener un mayor coeficiente de seguridad.

En las siguientes tablas se especifica la sección de cada línea:

Línea	Sección (mm2)
A	120,00
B	1,50
B.1	1,50
B.2	1,50
B.3	1,50
1	16,00
2	10,00
3	25,00
4	10,00
2.1	4,00
2.2	1,50
2.3	1,50
2.4	1,50
3.1	1,50
3.2	6,00

Línea	Sección (mm2)
3.3	4,00
3.4	1,50
4.1	1,50
4.2	1,50
4.3	1,50
4.4	1,50
4.5	2,50
4.6	1,50
4.5.1	1,50
4.5.2	1,50
4.5.3	1,50
4.5.4	1,50
4.5.5	1,50
4.6.1	1,50
4.6.2	1,50

1.11 PUESTA A TIERRA

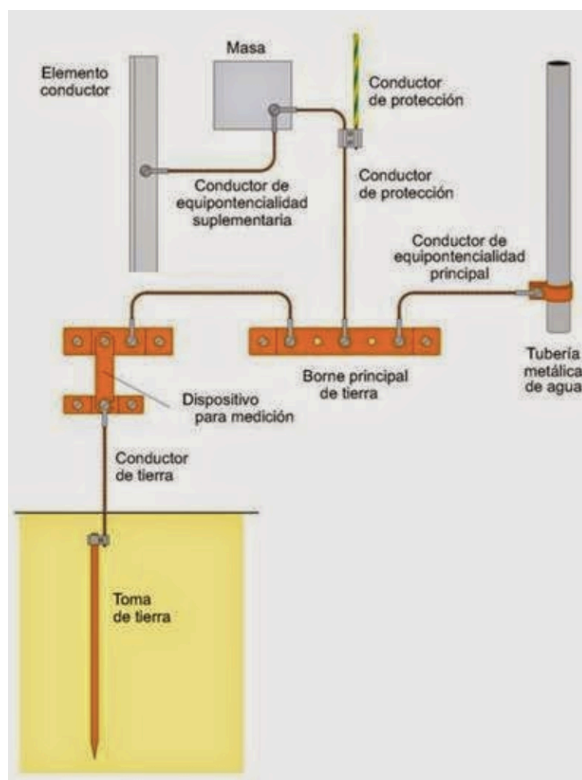
La puesta a tierra es un sistema de seguridad por el que se unen las partes conductoras a un potencial de aproximadamente cero, con el fin de que no existan diferencias de potencial importantes entre las instalaciones de la nave.

La puesta a tierra tiene que garantizar que todas las corrientes de defecto o incluso las de descarga por medio de rayos o tormentas eléctricas sean desviadas a tierra con total seguridad. Para ello el conductor de tierra deberá estar libre de protecciones o fusibles, permitiendo un camino libre al potencial cero.

Todos los cuadros de distribución, ya sean generales o secundarios deberán estar conectados a tierra, además de las tomas de corriente, luminarias, etc...

Al estar la nave situada en el norte de España, la diferencia de tensión entre las masas y el suelo no deberá ser más que 24 V debido al reglamento de baja tensión. Esta diferencia de tensión es la máxima permitida por el reglamento, ya que es la máxima que puede soportar el cuerpo sin sufrir daños moderados.

El esquema de una instalación de puesta a tierra viene definido por la siguiente imagen:



Las instalaciones de puesta a tierra tienen las siguientes partes:

- Picas de tierra
- Conductor de tierra
- Conductor de unión equipotencial principal
- Conductor de equipotencialidad suplementaria o Masa
- Elemento conductor
- Canalización metálica principal de agua

En la siguiente tabla se observan las diferentes secciones del conductor de protección en función de la sección de los conductores activos de la instalación según manda el apartado 3.4 de la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S(\text{mm}^2)$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p(\text{mm}^2)$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

1.12 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

En este proyecto se tratará de mejorar el factor de forma de la instalación para poder proporcionar a las máquinas la potencia que requieren de la forma más eficiente posible. Se ha decidido conectar una batería de condensadores al cuadro general de distribución de manera que compensemos la potencia reactiva del conjunto de la instalación en lugar de hacerlo con la potencia reactiva que existiría debido a cada uno de los cuadros secundarios.

Como se sabe, obtener un factor de potencia igual a 1 es algo teórico pero imposible en la práctica, por lo que se suele buscar un factor de potencia entre 0.95 y 0.98 en total.

Se tratará de llegar a un factor de potencia de 0.98 ya que se considera que en este ámbito no se debe escatimar ningún recurso y que forzar el presupuesto para ello conlleva ventajas a largo plazo. En los cálculos se detalla el proceso de la selección de la batería de condensadores.

Se escogerá una batería de escalones, de manera que se ahorre energía y si solo están conectadas una parte de la maquinaria solo se activarán los escalones correspondientes a ese consumo, de modo que no se esté intentando contrarrestar una potencia reactiva que en realidad no se esté generando.

Los escalones escogidos para la batería son los siguientes:

Escalón 1	Escalón 2	Escalón 3	Escalón 4	Escalón 5	Escalón 6	Escalón 7
250 VAr	500 VAr	1 kVAr	2 kVAr	4 kVAr	8 kVAr	8 kVAr

Por tanto, se llegará a los 22kVAr mediante escalones y con una sensibilidad de 250 VAr.

1.13 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación se encuentra en el exterior del edificio y su objetivo es suministrar la energía a la nave industrial. El centro de transformación será normalizado y la energía contratada será directamente en media tensión alterna a una frecuencia de 50 Hz y con un amplitud de 13,2 kV.

En este caso se llega a la conclusión de que la mejor opción para esta instalación se trata de un centro de transformación normalizado de 150 kVA. El centro de transformación estará protegido mediante una instalación de puesta a tierra, con el fin de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la instalación.

Este sistema deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico. Se instalará un centro de transformación Ormazábal, de tipo: ormaset.-M 12kV.

Es un centro de transformación metálico prefabricado, instalado en superficie y de maniobra exterior. Se caracteriza por la incorporación de la aparamenta de media tensión para redes de distribución de 12 kV.

El transformador será de Ormazábal, T. convencional, hermético y de llenado integral, de 150 kVA de potencia y de aceite mineral aislante de acuerdo con la norma IEC 60296. Tendrá 17,5 kV de tensión más elevada del material (aislamiento). El lado de alta de 13,2 kV y el de baja de 400V.



En Pamplona, a 22 de Junio de 2017,

Jaime González Salcedo

DOCUMENTO 2

CÁLCULOS

ÍNDICE

2.1 PREVISIÓN DE CARGAS	39
2.2 CÁLCULO DE LUMINARIAS	40
2.3 CÁLCULOS DE LAS SECCIONES.....	41
2.3.1 CRITERIO TÉRMICO	41
2.3.2 CRITERIO DE MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN.....	46
2.4 CÁLCULO DEL INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO.....	50
2.5 CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA.....	54
2.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.....	54
2.5.2 TIERRA DE SERVICIO.....	55
2.5.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS	56
2.6 MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.....	58

2.1 PREVISIÓN DE CARGAS

Como se detalla en la tabla siguiente, las máquinas van a consumir una potencia activa de $P = 51 \text{ kW}$.

Esta potencia se sobredimensionará un 25% para mayor seguridad en la instalación, por lo que la potencia utilizada para dimensionar será $P_{\text{instalada}} = 63,75 \text{ kW}$. Esto equivale a una potencia reactiva $Q = 37,26 \text{ kVAr}$ y una potencia aparente de $73,86 \text{ kVA}$.

Elemento	Potencia activa (W)	Potencia instalada (W)	Voltaje (V)	Factor de potencia	Intensidad nominal (A)	ϕ (rad)	Potencia reactiva (VAr)	Potencia aparente (VA)
Centro de mecanizado	3000	3750	380	0,86	11,47	0,54	2225,12	4360,47
Centro de mecanizado	3000	3750	380	0,86	11,47	0,54	2225,12	4360,47
Prensa hidráulica	8500	10625	380	0,87	32,14	0,52	6021,46	12212,64
Prensa hidráulica	8500	10625	380	0,87	32,14	0,52	6021,46	12212,64
Equipo de soldadura	7000	8750	380	0,85	27,09	0,55	5422,76	10294,12
Equipo de soldadura	7000	8750	380	0,85	27,09	0,55	5422,76	10294,12
Plegadora	3000	3750	380	0,88	11,21	0,49	2024,04	4261,36
Plegadora	3000	3750	380	0,88	11,21	0,49	2024,04	4261,36
Cortadora	2000	2500	380	0,87	7,56	0,52	1416,82	2873,56
Cortadora	2000	2500	380	0,87	7,56	0,52	1416,82	2873,56
Compresor	1800	2250	380	0,86	6,88	0,54	1335,07	2616,28
Rodillo	2200	2750	380	0,85	8,51	0,55	1704,30	3235,29
Total	51000	63750	-	-	194,36	-	37259,76	73855,88

Además de las máquinas instaladas hay que tener en cuenta las tomas de corriente trifásicas que se instalarán en el taller para poder suministrar energía a otras posibles cargas, así como la iluminación, que se detalla en el siguiente capítulo.

2.2 CÁLCULO DE LUMINARIAS

Para el cálculo de las luminarias se ha utilizado el programa DIALux. Este software dispone automáticamente las lámparas de cada zona en función de los metros de altura de la luminaria, de los luxes requeridos etc.

En la siguiente tabla se muestran los distintos tipos de luminarias utilizadas para cada zona, así como la potencia que van a consumir:

Zona	Em lux	Superficie (m2)	Lúmenes	Lámpara	Altura (m)	Pn (W)	Cantidad	Pn total (W)
Taller	300	544,8	163440	PHILIPS FCH481 4xPL-L55W HFP M2	5	55	39	2145
Almacén	200	51,6	10320	PHILIPS CR200B 4XTL5-24W HFP GT	3	24	10	240
Recepción	200	34,6	6920	PHILIPS CR200B 4XTL5-24W HFP GT	3	24	7	168
Vestuarios	200	41,40	8280	PHILIPS CR200B 4XTL5-24W HFP GT	3	24	9	216
C.T.	50	17,90	895	PHILIPS FCH481 4xPL-L55W HFP M2	3	55	2	110
Exterior	20	828,00	16560	PHILIPS BOTANIC floodlight GREY 2x23W	4	46	18	828
Emergencia	5	745	3725	Luminarias de emergencia URA33 8W	3	8	13	104
Total	-	-	-	-	-	-	98	3811

En total, la potencia que van a consumir las luminarias es 3811 W. Las lámparas que utilizaremos de cada clase vienen definidas en la siguiente tabla:

Lámpara	Cantidad
PHILIPS FCH481 4xPL-L55W HFP M2	41
PHILIPS CR200B 4XTL5-24W HFP GT	26
PHILIPS BOTANIC floodlight GREY 2x23W	18
Luminarias de emergencia URA33 8W	13

2.3 CÁLCULOS DE LAS SECCIONES

Se procede al cálculo de las secciones, este cálculo está definido por el reglamento electrotécnico de baja tensión.

Hay dos métodos para calcular las secciones: el primero es con el criterio térmico, es decir, la limitación que da la corriente nominal para no fundir el conductor. El segundo es el criterio de máxima caída de tensión, es decir, la sección mínima para que la caída de tensión de un punto a otro sea menor que la máxima permitida.

El criterio de caída máxima de tensión no será determinante en este caso ya que las distancias no son muy grandes.

Para los cálculos se tendrá en cuenta que la corriente de cálculo estará sobredimensionada en un 25% para las máquinas, y en un 80% para las luminarias, para asegurar que no se produzcan cortes en la instalación cuando las cargas tengan pequeñas sobrecorrientes transitorias.

2.3.1 CRITERIO TÉRMICO

El criterio térmico nos permite calcular la sección del cable para que éste sea capaz de soportar la corriente que tiene que distribuir. En función del conductor, del tipo de aislamiento, la polaridad y la construcción nos va a dar la corriente admisible máxima que se puede ver en las tablas del Reglamento electrotécnico de baja tensión.

Esta corriente admisible máxima tiene que ser mayor que la corriente de cálculo. Para hallar esta corriente de cálculo se realiza mediante la potencia instalada ya consultada anteriormente y la tensión (monofásica o trifásica). En este apartado se realiza el cálculo para la sección únicamente de fase, la sección del neutro se escogerá en función de la sección del cable de fase escogido.

La corriente de cálculo para conductores monofásicos es:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$$








I (A)	Corriente de cálculo
P (W)	Potencia instalada
U (V)	Tensión
cosφ	Factor de potencia

La corriente de cálculo para conductores trifásicos es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

I (A)	Corriente de cálculo
P (W)	Potencia instalada
U (V)	Tensión
cosφ	Factor de potencia

Se procede a evaluar cada línea y se calcula su corriente de cálculo según las fórmulas previas. Posteriormente, se utiliza la Tabla 52-2 de la norma UNE 20460-5-523 de noviembre del 2004 para hallar las secciones.

Método de instalación de la Tabla 52-B1		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EMPOTRADOS EN PAREDES AISLANTES	A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
	CONDUCTORES AISLADOS EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B1			PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
	CONDUCTORES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS EN MONTAJE SUPERFICIAL O EMPOTRADOS EN OBRA	B2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared	C				PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ² , Cobre (Cu)														
1,5		11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	—	—
2,5		15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	—	—
4		20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	—	—
6		25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	—	—
10		34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	—	—
16		45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	—	—
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	—
35		—	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	—
50		—	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	—
70		—	—	—	149	160	171	185	199	214	224	244	269	—
95		—	—	—	180	194	207	224	241	259	271	296	327	—
120		—	—	—	208	225	240	260	280	301	314	348	380	—
150		—	—	—	236	260	278	299	322	343	363	404	438	—
185		—	—	—	268	297	317	341	368	391	415	464	500	—
240		—	—	—	315	350	374	401	435	468	490	552	590	—

Es necesario consultar las Tablas 52-C1 a 52-C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
A	77885,8	244,3	260,0	120,00
B	1020,8	4,4	16,5	1,50

Cuadro Auxiliar del C.T (C.A-C.T):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
B.1	86,4	0,4	16,5	1,50
B.2	14,4	0,1	16,5	1,50
B.3	920,0	4,0	16,5	1,50

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
1	19375	59,0	73,0	16,00
2	17500	53,4	54,0	10,00
3	26875	81,9	95,0	25,00
4	8750	43,0	54,0	10,00

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
1.1	3750	11,5	16,5	1,50
1.2	10625	32,1	40,0	6,00
1.3	2250	6,9	16,5	1,50
1.4	2750	8,5	16,5	1,50

Cuadro Secundario 2 (C.S.2):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
2.1	8750	27,1	31,0	4,00
2.2	3750	11,2	16,5	1,50
2.3	2500	7,6	16,5	1,50
2.4	2500	7,6	16,5	1,50

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
3.1	3750	11,5	16,5	1,50
3.2	10625	32,1	40,0	6,00
3.3	8750	27,1	31,0	4,00
3.4	3750	11,2	16,5	1,50

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
4.1	1123	4,9	16,5	1,50
4.2	187	0,8	16,5	1,50
4.3	2300	10,0	16,5	1,50
4.4	2300	10,0	16,5	1,50
4.5	6735	17,7	23,0	2,50
4.6	1515	6,5	16,5	1,50

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
4.5.1	1080	2,6	16,5	1,50
4.5.2	1080	2,6	16,5	1,50
4.5.3	1350	3,6	16,5	1,50
4.5.4	3200	8,4	16,5	1,50
4.5.5	25	0,1	16,5	1,50

Cuadro Exterior (C.E):

Línea	Pinstalada (W)	Icálculo (A)	I tabla (A)	S1 (mm2)
4.6.1	1490,40	6,5	16,5	1,50
4.6.2	25,00	0,1	16,5	1,50

2.3.2 CRITERIO DE MÁXIMA CAÍDA DE Tensión

En el criterio de caída de tensión lo que se realiza principalmente es limitar la caída de tensión que se produce en cada línea, de principio a fin de cada línea. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión sea menor al 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Las fórmulas utilizadas para calcular la sección mínima para la máxima caída permitida de tensión son:

Para un conductor monofásico:

$$S = \frac{2PL}{YeU}$$

S (mm2)	Sección
P (W)	Potencia instalada
U (V)	Tensión
L (m)	Longitud
e (V)	Caída de tensión
Y	Conductividad

Para un conductor trifásico:

$$S = \frac{PL}{YeU}$$

S (mm2)	Sección
P (W)	Potencia instalada
U (V)	Tensión
L (m)	Longitud
e (V)	Caída de tensión
Y	Conductividad

Las siguientes tablas muestran la sección calculada mediante este método para las diferentes líneas de la instalación:

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
A	400	6,5	26	56	1	77886	0,13
B	230	4,5	10	56	2	1021	0,02

Cuadro Auxiliar del C.T (C.A-C.T):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
B.1	230	4,5	10	56	3	86	0,00
B.2	230	4,5	10	56	3	14	0,00
B.3	230	6,5	15	56	3	920	0,01

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
1	400	6,5	26	56	40	19375	1,33
2	400	6,5	26	56	23	17500	0,70
3	400	6,5	26	56	41	26875	1,87
4	400	4,5	18	56	24	8750	0,51

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
1.1	400	6,5	26	56	1	3750	0,01
1.2	400	6,5	26	56	2	10625	0,04
1.3	400	6,5	26	56	5	2250	0,02
1.4	400	6,5	26	56	6	2750	0,03

Cuadro Secundario 2 (C.S.2):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
2.1	400	6,5	26	56	7	8750	0,10
2.2	400	6,5	26	56	2	3750	0,01
2.3	400	6,5	26	56	5	2500	0,02
2.4	400	6,5	26	56	9	2500	0,04

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
3.1	400	6,5	26	56	2	3750	0,01
3.2	400	6,5	26	56	2	10625	0,04
3.3	400	6,5	26	56	7	8750	0,11
3.4	400	6,5	26	56	13	3750	0,08

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
4.1	230,00	4,5	10	56	37	1123	0,31
4.2	230,00	4,5	10	56	37	187	0,05
4.3	230	6,5	15	56	37	2300	0,44
4.4	230,00	6,5	15	56	37	2300	0,44
4.5	400,00	4,5	18	56	5	6735	0,08
4.6	230	4,5	10	56	10	1515	0,11

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
4.5.1	400,00	4,5	18	56	63	1080	0,17
4.5.2	400,00	4,5	18	56	56	1080	0,15
4.5.3	400,00	4,5	18	56	46	1350	0,15
4.5.4	400,00	6,5	26	56	56	3200	0,31
4.5.5	230,00	6,5	15	56	1	25	0,00

Cuadro Exterior (C.E):

Línea	Tension (V)	Cada permitida (%)	e (V)	γ	L (m)	Pinstalada (W)	S2 (mm2)
4.6.1	230,00	4,5	10	56,00	70	1490	0,78
4.6.2	230,00	4,5	10	56,00	1	25	0,00

Finalmente se escoge el criterio más restrictivo. Debido a que las distancias en la instalación son cortas, y que suministraremos mucha corriente con baja tensión, el criterio térmico es el mas limitante y por tanto usaremos esas secciones en todas las líneas.

Las secciones quedan:

Línea	Sección (mm2)
A	120,00
B	1,50
B.1	1,50
B.2	1,50
B.3	1,50
1	16,00
2	10,00
3	25,00
4	10,00
2.1	4,00
2.2	1,50
2.3	1,50
2.4	1,50
3.1	1,50
3.2	6,00

Línea	Sección (mm2)
3.3	4,00
3.4	1,50
4.1	1,50
4.2	1,50
4.3	1,50
4.4	1,50
4.5	2,50
4.6	1,50
4.5.1	1,50
4.5.2	1,50
4.5.3	1,50
4.5.4	1,50
4.5.5	1,50
4.6.1	1,50
4.6.2	1,50

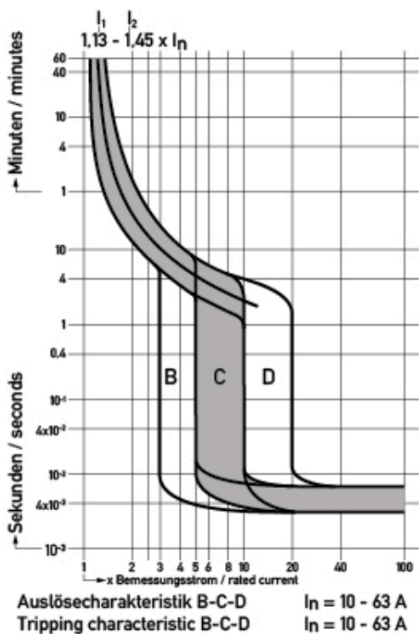
2.4 CÁLCULO DEL INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO

Para el cálculo de los magnetotérmicos se divide en la polaridad, el calibre, la curva de disparo y por último el poder de corte.

Como en este proyecto hay distribución del neutro, ya que la iluminación de la recepción, y vestuarios se va a hacer en monofásica, utilizaremos interruptores bipolares y tetrapolares. Todos ellos serán por tanto de corte omnipolar, para no dejar el neutro desconectado mientras haya tensión por las fases.

En este cálculo el calibre a utilizar va a ser el de la intensidad de cálculo, que tendrá que ser menor que la intensidad admisible por el conductor. No se utilizarán valores normalizados en esta fase del proyecto. El instalador se encargará de ajustar los valores normalizados a los cálculos realizados.

Para las curvas de disparo hay que fijarse en la corriente permanente de cortocircuito, y compararla con la intensidad nominal del magnetotérmico. Para hacer mas sencillos los cálculos, se utilizará la siguiente tabla:



Curva C	Iluminación, tomas de corriente
Curva D	Motores

El poder de corte es la máxima intensidad que el magnetotérmico es capaz de interrumpir en el caso en el que hubiera una sobrecorriente.

Para su cálculo se necesita conocer la impedancia del transformador, en el caso del transformador utilizado en este proyecto la impedancia es 0,04 Ω. Posteriormente se calcula la impedancia de cada línea utilizando la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{pL}{S}$$

Con p=coeficiente de resistividad del material, L=longitud de la línea y S= sección de la línea. Como todas las líneas son de cobre, usaremos un p=0,018 Ω·mm²/m. A estas resistencias de línea habrá que sumarles, la resistencia del trafo y, si tienen, las resistencias de línea que las precedan.

Finalmente, cuando se tiene la impedancia total que ve cada línea, se utiliza una aproximación para calcular la Icc como el 80% de la tensión de cada línea entre su impedancia, quedando la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = 0,8 \frac{V}{Z}$$

Se incluyen las tablas con las distintas líneas y su cálculo tanto de la impedancia como de la Icc. Además se incluye el poder de corte según los valores normalizados.

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm ²)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
A	77885,80	120,00	40	0,05	400,00	6,96	10
B	1020,80	1,50	2	0,06	230,00	2,88	3

Cuadro Auxiliar del C.T (C.A-C.T):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm ²)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
B.1	86,40	1,50	3	0,10	230,00	1,84	3
B.2	14,40	1,50	3	0,10	230,00	1,84	3
B.3	920,00	1,50	3	0,10	230,00	1,84	3

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm2)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
1	19375	16,00	40,0	0,085	400	3,76	10
2	17500	10,00	23,2	0,084706	400	3,78	10
3	26875	25,00	40,5	0,07216	400	4,43	10
4	14135,80	10,00	23,6	0,08548	400	3,74	10

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm2)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
1.1	3750	1,50	1	0,10	400	3,30	10
1.2	10625	6,00	2	0,09	400	3,52	10
1.3	2250	1,50	5	0,15	400	2,21	3
1.4	2750	1,50	6	0,16	400	2,04	3

Cuadro Secundario 2 (C.S.2):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm2)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
2.1	8750,00	4,00	6,5	0,11	400	2,81	3
2.2	3750,00	1,50	2	0,11	400	2,94	3
2.3	2500,00	1,50	5	0,14	400	2,21	3
2.4	2500,00	1,50	9,12	0,19	400	1,65	3

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm2)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
3.1	3750,00	1,50	1,8	0,09	400	3,41	10
3.2	10625,00	6,00	2	0,08	400	4,09	10
3.3	8750,00	4,00	7	0,10	400	3,09	10
3.4	3750,00	1,50	12,5	0,22	400	1,44	3

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm ²)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
4.1	1123,20	1,50	36,5	0,52	230	0,35	3
4.2	187,20	1,50	36,5	0,52	230	0,35	3
4.3	2300,00	1,50	36,5	0,52	230	0,35	3
4.4	2300,00	1,50	36,5	0,52	230	0,35	3
4.5	6735,00	2,50	5	0,12	400	2,63	3
4.6	1490,40	1,50	10	0,21	230	0,90	3

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm ²)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
4.5.1	1080	1,50	63	0,88	400	0,36	3
4.5.2	1080	1,50	56	0,79	400	0,40	3
4.5.3	1350	1,50	46	0,67	400	0,48	3
4.5.4	3200	1,50	56	0,79	400	0,40	3
4.5.5	25	1,50	1	0,13	230	1,38	3

Cuadro Exterior (C.E):

Línea	Pinstalada (W)	Sección final (mm ²)	Longitud (m)	Resistencia conductor (Ω)	Tensión (V)	Icc (kA)	Icc normalizada (kA)
4.6.1	1490,40	1,50	70	1,05	230,00	0,18	3
4.6.2	25,00	1,50	1	0,22	230,00	0,85	3

2.5 CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA

2.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN

La nave está ubicada en una zona húmeda, según la ITC-BT-18, por lo que la diferencia entre la masa y la tierra de la instalación no debe ser superior a 24 V. Posteriormente se comprueba la resistividad del terreno, en este caso se trata de suelo pedregoso cubierto de césped, por lo que la resistividad del terreno será aproximadamente 300 ohm·m.

La resistencia del circuito de protección tiene que ser:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

R (Ω)	Resistencia de puesta a tierra
V _c (V)	Tensión del contacto límite convencional
I _s (A)	Sensibilidad del interruptor diferencial

La sensibilidad del interruptor diferencial que está aguas arriba es de 1A, y como la tensión de contacto límite debe de ser de 24V, la resistencia del circuito de protección ha de ser menor de 24Ω.

En el plano 6 del Documento 3, se detalla la puesta a tierra, que consiste en 2 picas de tierra de 2 metros de longitud en el centro de transformación, y 7 más del mismo tipo rodeando la nave. Además la longitud total del conductor de protección que rodea la instalación es de 140 metros aproximadamente.

Para calcular la resistencia que tiene la instalación de puesta descrita en el párrafo anterior, se procede a calcular las diferentes resistencias y a sumarlas mediante las siguientes fórmulas:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} \quad R_{conductor} = \frac{2\rho}{L}$$

p (Ω·m)	Resistividad del terreno
L (m)	Longitud de pica

Cada pica de 2 metros de longitud tiene una resistencia de 150Ω . Al disponer de 9 picas la resistencia total de las picas queda:

$$R_{picas} = \frac{150}{9} = 16,67\Omega$$

El conductor tendrá 140 metros de longitud total y la resistividad del terreno será de $300\Omega/m$ por lo que la resistencia del conductor queda:

$$R_{conductor} = \frac{2 * 300}{140} = 4,29\Omega$$

Por último se suman las dos resistencias y se comprueba que sea menor de 24Ω :

$$R_{total} = 16,67 + 4,29 = 20,96\Omega \leq 24\Omega$$

El cálculo es válido y se puede asegurar que la instalación de puesta a tierra garantiza en todo momento la seguridad de las personas que estén operando en la nave, ya que la resistencia de tierra obtenida es menor que el límite.

2.5.2 TIERRA DE SERVICIO

Además de la tierra de protección, se instalará una tierra de servicio para referenciar el potencial del neutro a aproximadamente $0V$.

A la tierra de servicio se conectarán todos los elementos de la instalación que sean necesarios, entre ellos:

- El neutro del transformador
- El neutro de otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

La tierra de servicio, del mismo modo que la de protección, viene definida en el Plano nº6 del Documento 3.

2.5.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS

Los conductores pertenecientes a la línea general de tierra (L.G.T) de la periferia de la nave y del centro de transformación estarán enterrados desnudos sin protección mecánica pero sí estarán protegidos contra la corrosión. Según la tabla 1 del apartado 3.2 de la ITC-BT-18 del REBT, la sección mínima de estos conductores será de 16 mm². Además, el conductor que une la arqueta de tierra con la pica será de una sección mínima de 32mm² y nunca inferior a la L.G.T.

Las derivaciones de la L.G.T estarán protegidas tanto mecánicamente como contra la corrosión. Seguirán las tabla 2 del apartado 3.4 de la ITC-BT-18 sobre secciones mínimas:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

En las siguientes tablas se especifica la sección de fase de las diferentes líneas, así como la sección del conductor de protección asociado:

Cuadro de Baja Tensión del C.T (C.B.T):

Línea	Sección final (mm ²)	Sección de tierra (mm ²)
A	120,00	60,00
B	1,50	4,00

Cuadro Auxiliar del C.T (C.A-C.T):

Línea	Sección final (mm ²)	Sección de tierra (mm ²)
B.1	1,50	4,00
B.2	1,50	4,00
B.3	1,50	4,00

Cuadro General de Distribución (C.G.D):

Línea	Sección final (mm ²)	Sección de tierra (mm ²)
1	16,00	16,00
2	10,00	10,00
3	25,00	16,00
4	10,00	10,00

Cuadro Secundario 1 (C.S.1):

Línea	Sección final (mm ²)	Sección de tierra (mm ²)
1.1	1,50	4,00
1.2	6,00	6,00
1.3	1,50	4,00
1.4	1,50	4,00

Cuadro Secundario 2 (C.S.2):

Línea	Sección final (mm2)	Sección de tierra (mm2)
2.1	4,00	4,00
2.2	1,50	4,00
2.3	1,50	4,00
2.4	1,50	4,00

Cuadro Secundario 3 (C.S.3):

Línea	Sección final (mm2)	Sección de tierra (mm2)
3.1	1,50	4,00
3.2	6,00	6,00
3.3	4,00	4,00
3.4	1,50	4,00

Cuadro Secundario 4 (C.S.4):

Línea	Sección final (mm2)	Sección de tierra (mm2)
4.1	1,50	4,00
4.2	1,50	4,00
4.3	1,50	4,00
4.4	1,50	4,00
4.5	2,50	4,00
4.6	1,50	4,00

Cuadro Auxiliar (C.A):

Línea	Sección final (mm2)	Sección de tierra (mm2)
4.5.1	1,50	4,00
4.5.2	1,50	4,00
4.5.3	1,50	4,00
4.5.4	1,50	4,00
4.5.5	1,50	4,00

Cuadro Exterior (C.E):

Línea	Sección final (mm2)	Sección de tierra (mm2)
4.6.1	1,50	4,00
4.6.2	1,50	4,00

2.6 MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

Como se ha detallado anteriormente, se ha decidido ajustar el valor de la batería de condensadores para obtener un factor de potencia de 0.98. Para ello vemos que el total de potencia activa que generan las máquinas es de 79.906 W, y el total de reactiva es de 37.259 VAR. La potencia reactiva solo se ha tenido en cuenta de las máquinas.

Para que el factor de potencia de la instalación sea de 0.98:

$$\cos\varphi = 0.98 \Rightarrow \tan\varphi = \frac{Q}{P} \Rightarrow Q = \tan\varphi \cdot P \Rightarrow$$

$$Q = \tan(\varphi) \cdot P = 0,203 \cdot 79906 = 16225,6$$

Por tanto, habrá que generar una potencia reactiva de:

$$37.259 - 16.225,6 = 21.033,4 \text{VAR}$$

Aproximadamente 22 kVAR.

Se escoge una batería de condensadores de escalones, así se ahorrará energía y solo estarán activados los escalones cuando lo estén las máquinas, por lo tanto nunca se estará tratando de compensar una potencia reactiva que no se está generando.

Los escalones escogidos para la batería son los siguientes:

Escalón 1	Escalón 2	Escalón 3	Escalón 4	Escalón 5	Escalón 6	Escalón 7
250 VAR	500 VAR	1 kVAR	2 kVAR	4 kVAR	8 kVAR	8 kVAR

En Pamplona, a 22 de Junio de 2017,

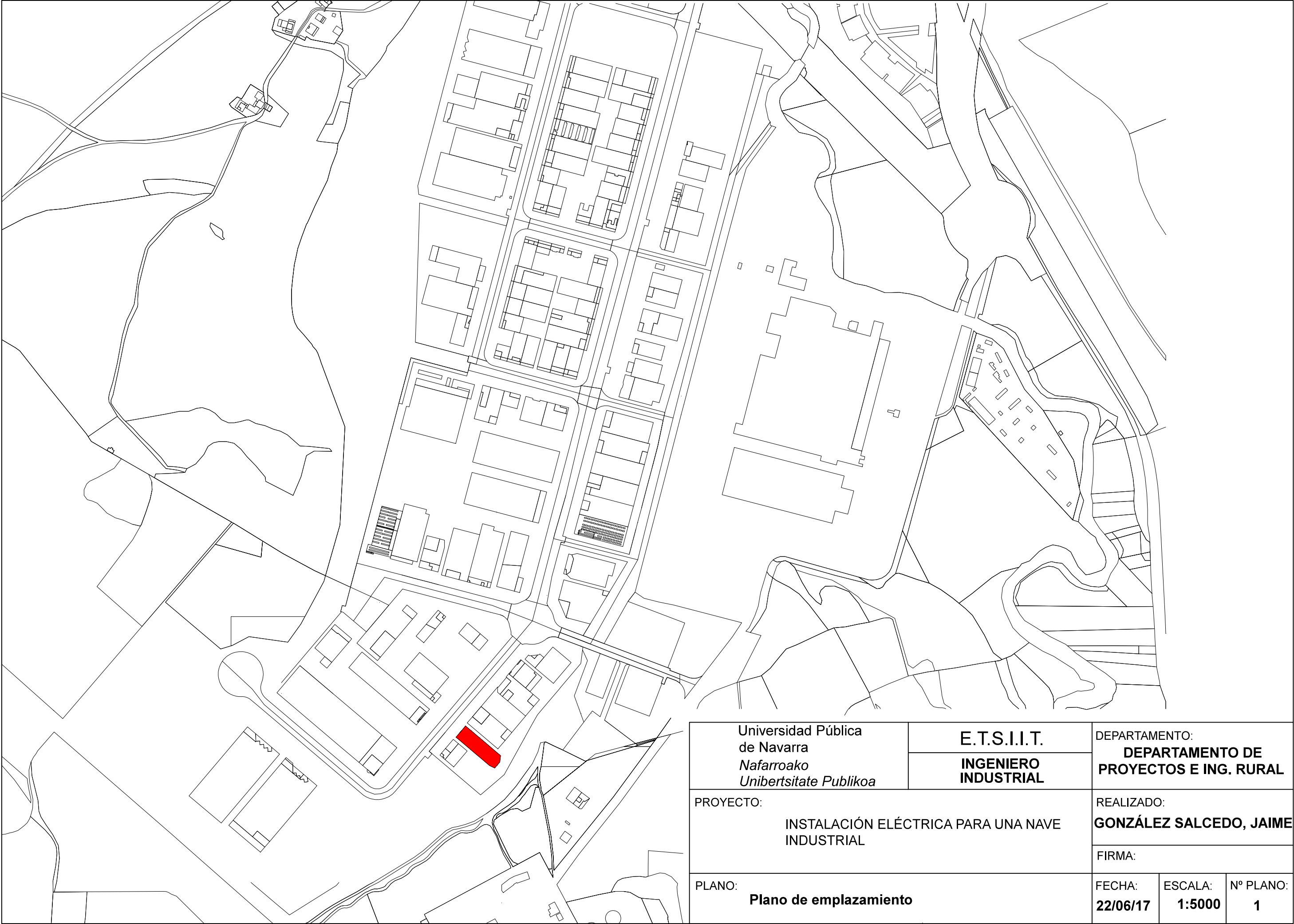
Jaime González Salcedo

DOCUMENTO 3

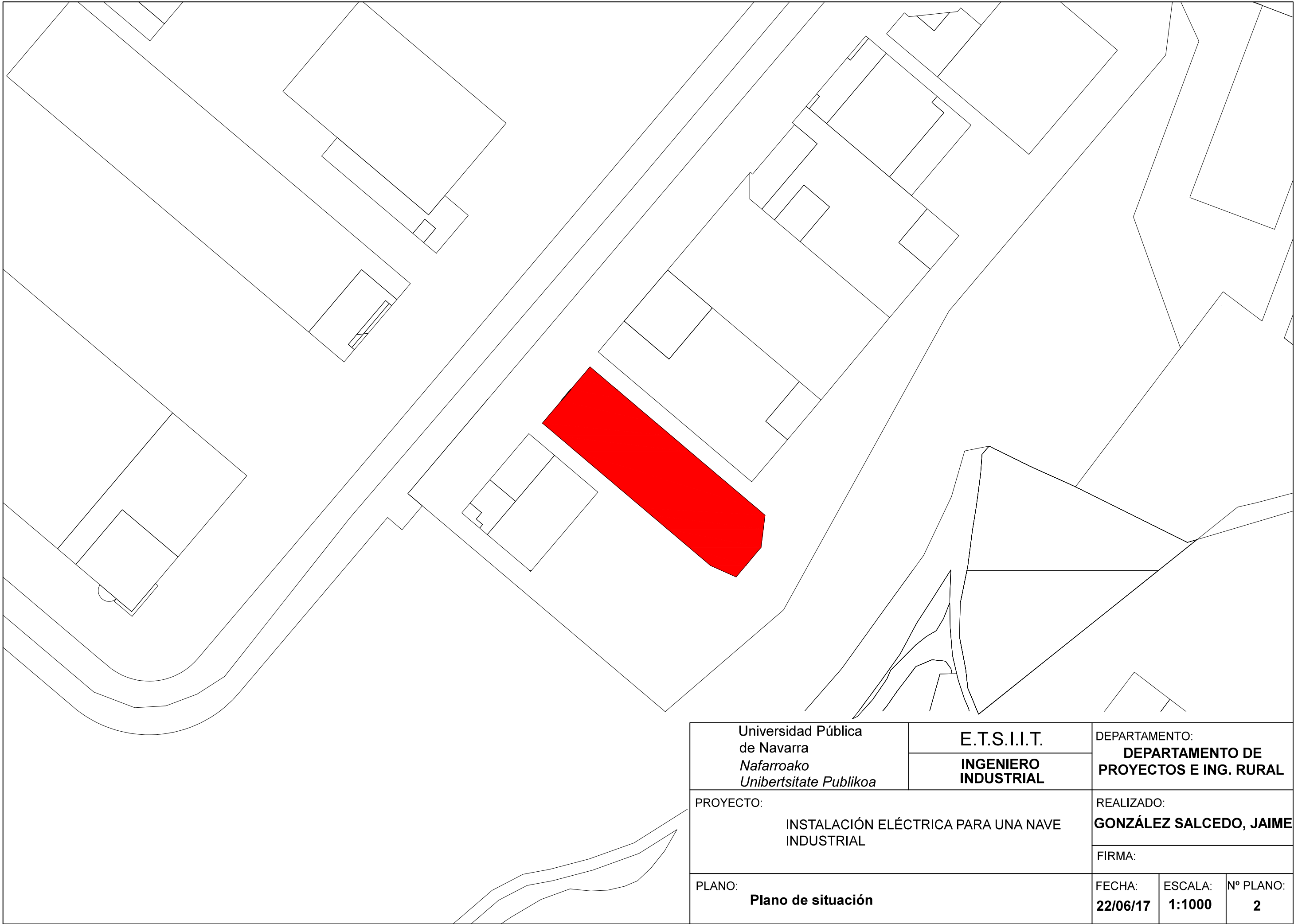
PLANOS

ÍNDICE

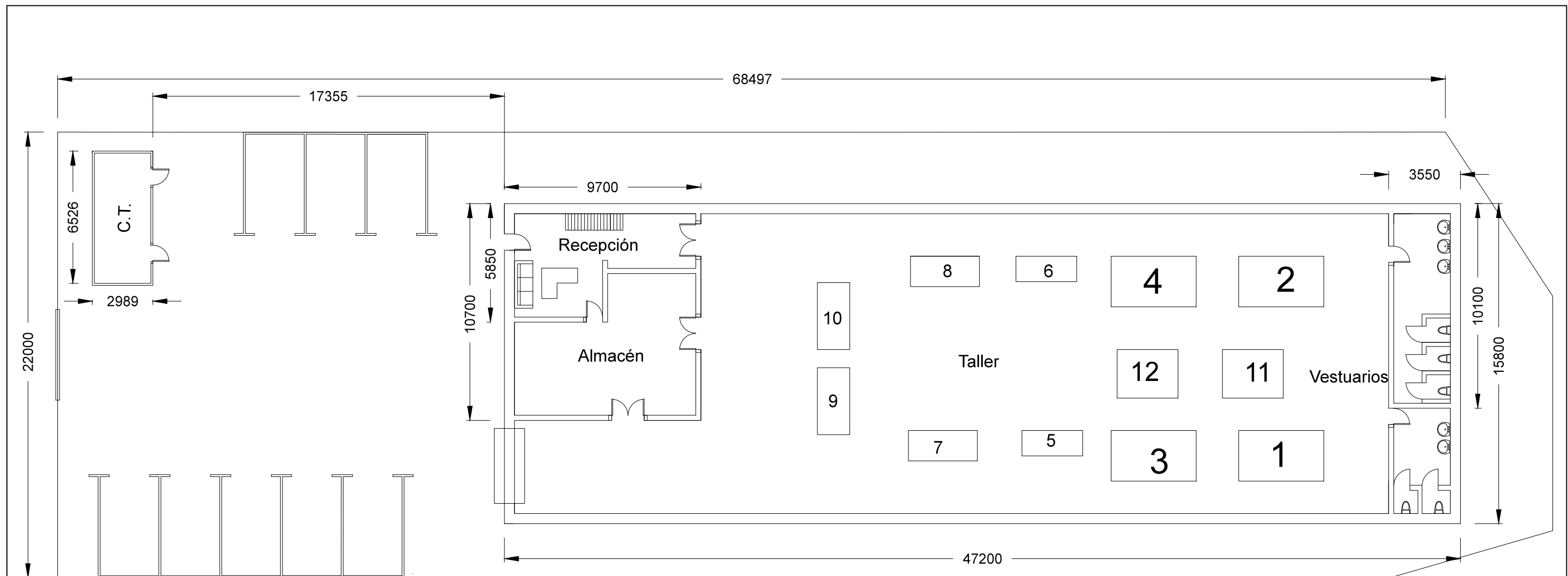
1. Plano de emplazamiento E 1:5000
2. Plano de situación E 1:1000
3. Planta de la nave E 1:200
4. Distribución del alumbrado E 1:200
5. Distribución de cuadros y tomas de corriente E 1:200
6. Distribución de puesta a tierra E 1:200
7. Vistas y sección del centro de transformación E1:50
8. Esquema eléctrico centro de transformación
9. Esquema unifilar Cuadro General de Distribución
10. Esquema unifilar Cuadro Secundario 1
11. Esquema unifilar Cuadro Secundario 2
12. Esquema unifilar Cuadro Secundario 3
13. Esquema unifilar Cuadro Secundario 4
14. Esquema unifilar Cuadro Auxiliar
15. Esquema multifilar de mando Cuadro Auxiliar
16. Esquema multifilar de fuerza Cuadro Auxiliar
17. Esquema unifilar Cuadro Exterior
18. Esquema multifilar de mando Cuadro Exterior
19. Esquema multifilar de fuerza Cuadro Exterior
20. Esquema distribución de las fases
21. Distribución alumbrado de emergencia E 1:200



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Plano de emplazamiento		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:5000	Nº PLANO: 1

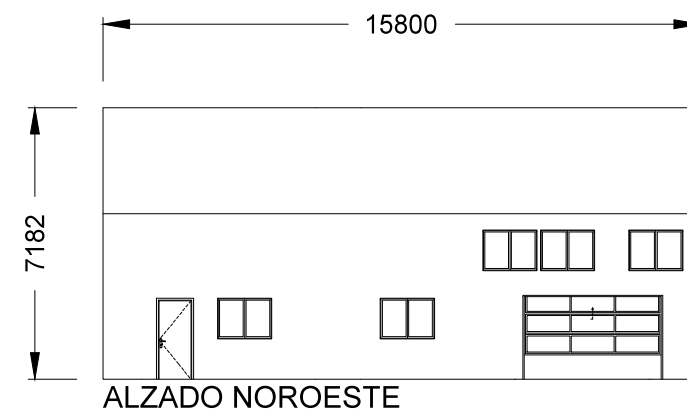


Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
		FIRMA:		
PLANO: Plano de situación		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:1000	Nº PLANO: 2

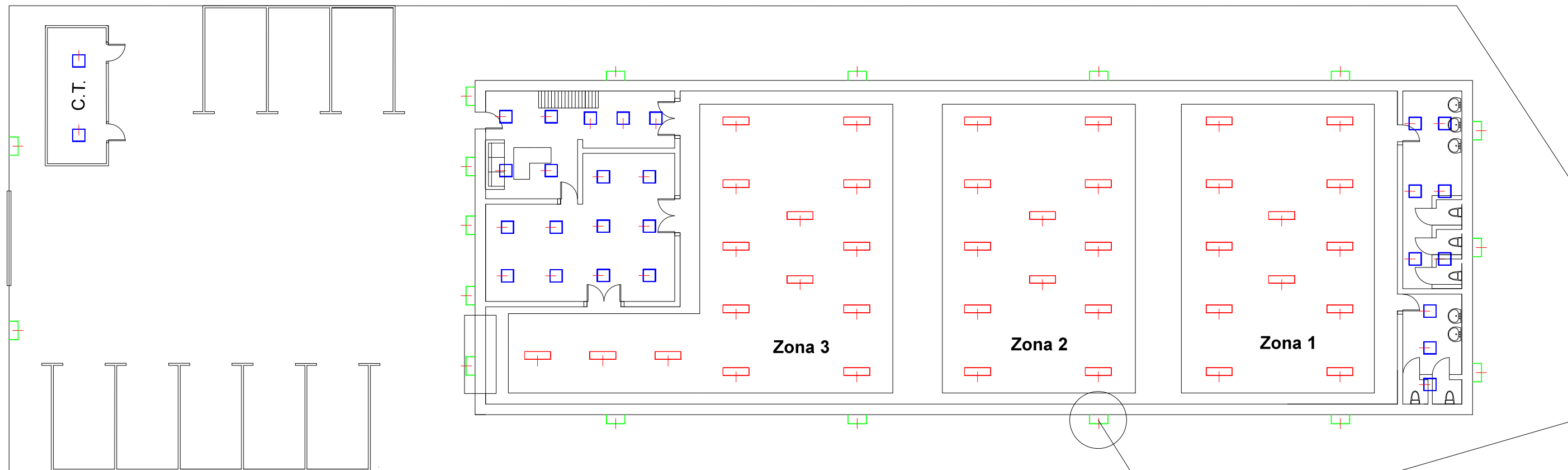


LEYENDA

1.-Centro de mecanizado 1	3000W	Fp 0.86
2.-Centro de mecanizado 2	3000W	Fp 0.86
3.-Prensa hidráulica 1	8500W	Fp 0.87
4.-Prensa hidráulica 2	8500W	Fp 0.87
5.-Equipo de soldadura 1	7000W	Fp 0.85
6.-Equipo de soldadura 2	7000W	Fp 0.85
7.-Plegadora 1	1200W	Fp 0.88
8.-Plegadora 2	1200W	Fp 0.88
9.- Cortadora 1	2000W	Fp 0.87
10.-Cortadora 2	2000W	Fp 0.87
11.-Compresor	1800W	Fp 0.86
12.- Rodillo	2200W	Fp 0.85



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Planta de la nave		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 3



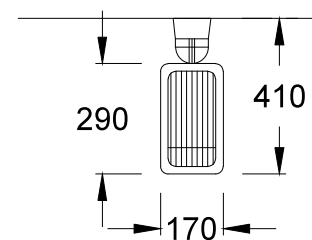
Detalle A

Detalle A
Escala
1:20

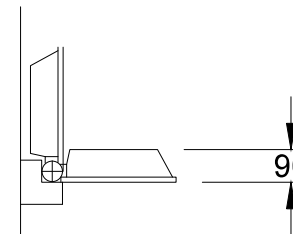
LEYENDA

- 39 x Lámpara PHILIPS FCH481 4xPL-L55W HFP M2 Trifásica conexión triángulo
- 28 x Lámpara PHILIPS CR200B 4xTL5-24W HFP GT Monofásica
- 18 x Lámpara PHILIPS BOTANIC floodlight GREY 2x23W Monofásica

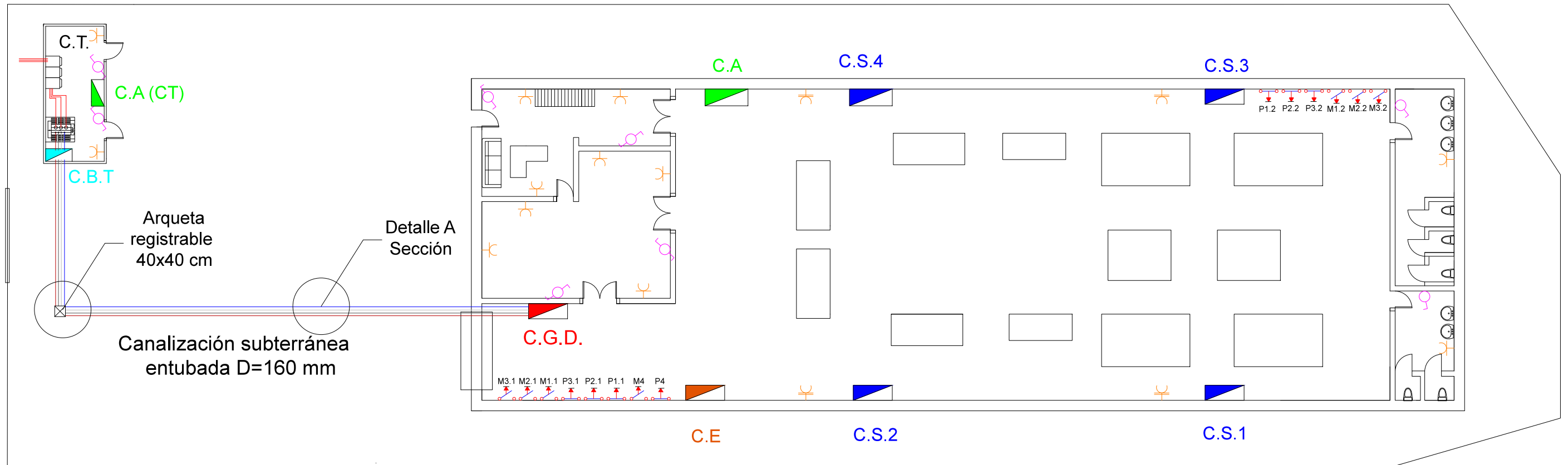
Planta














Perfil

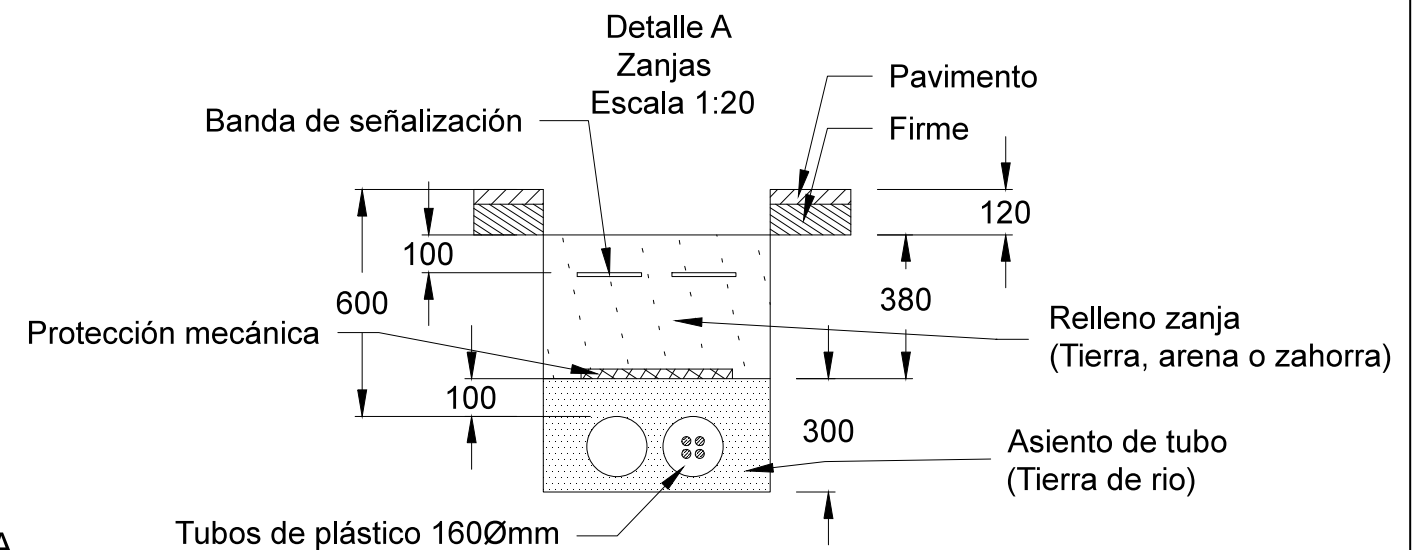


Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Distribución del Alumbrado		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 4

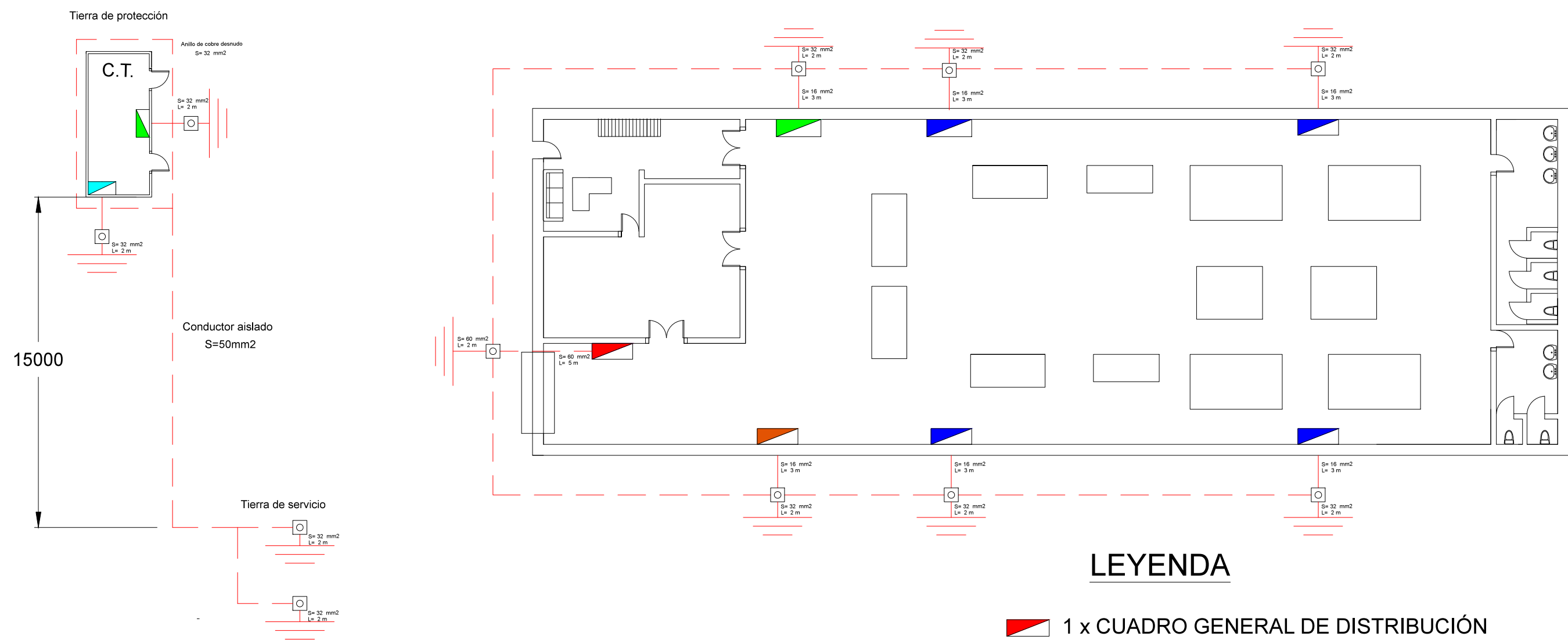


LEYENDA

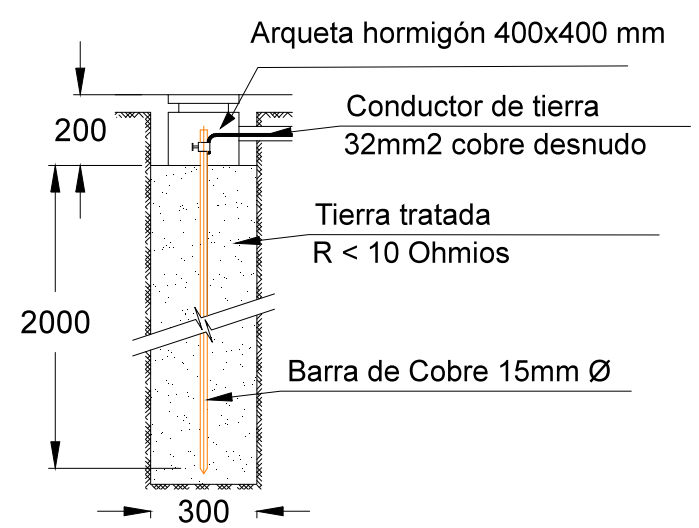
-  1 x CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
-  4 x CUADRO SECUNDARIO
-  2 x CUADRO AUXILIAR
-  1 x CUADRO EXTERIOR
-  1 x CUADRO BAJA TENSIÓN DEL C.T
-  12 x BLOQUE DE 2 TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICA 16A
-  4 x BLOQUE DE 3 TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICA + 1 MONOFÁSICA 16A
-  6 x INTERRUPTOR CONMUTADO
-  2 x INTERRUPTOR
-  7 x PULSADOR NA DE MARCHA DEL ALUMBRADO
-  7 x PULSADOR NC DE PARADA DEL ALUMBRADO



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Distribución de cuadros y tomas de corriente		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 5



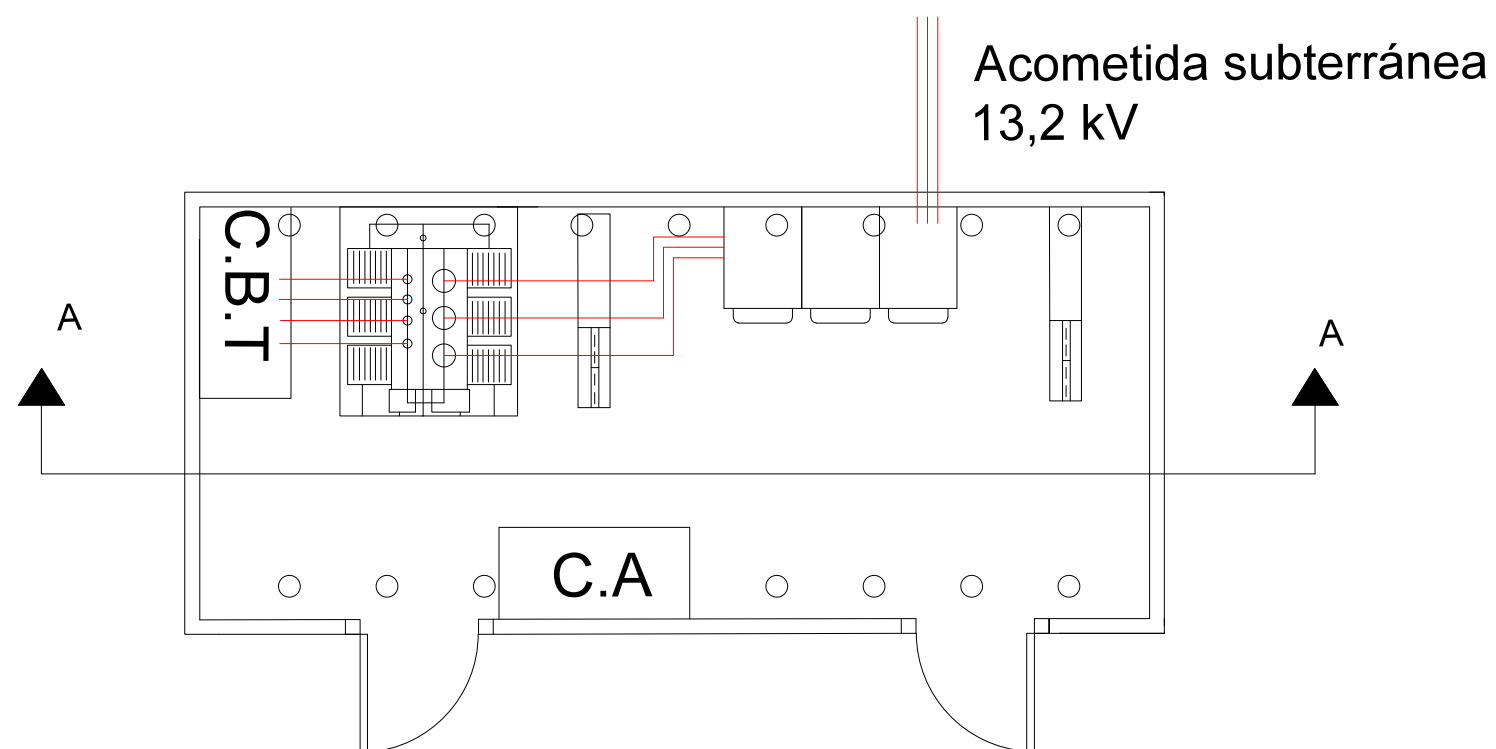
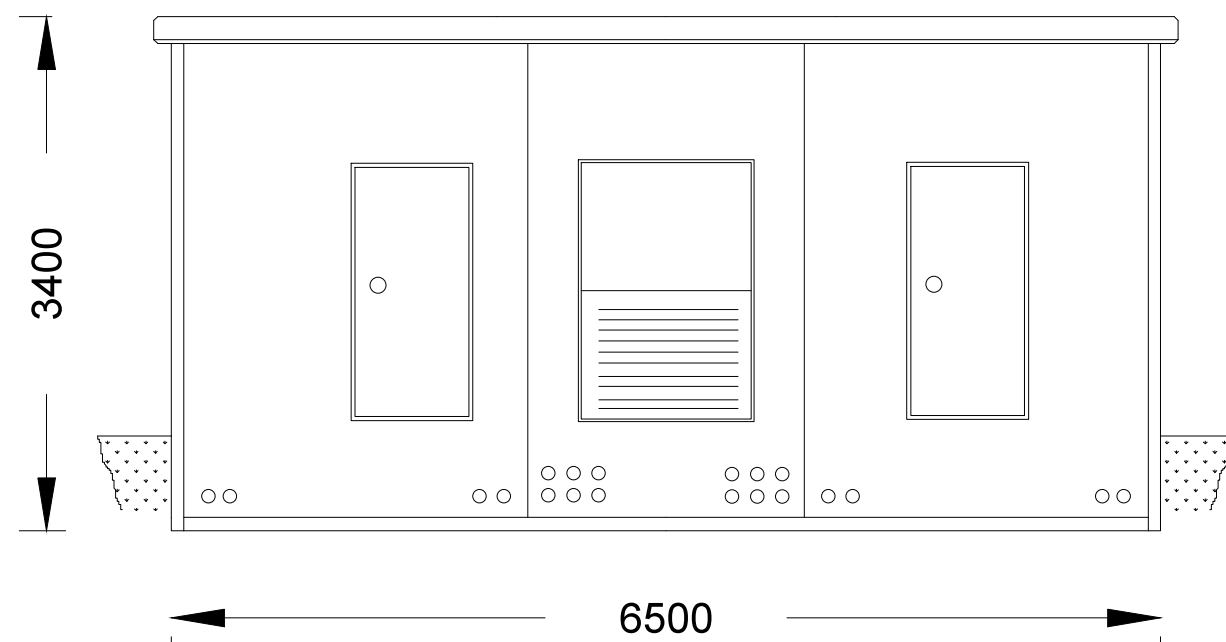
Detalle pica de tierra
Escala 1:50



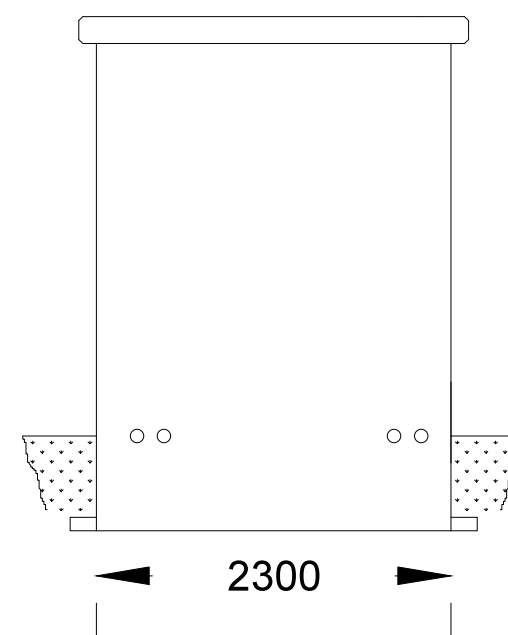
LEYENDA

- 1 x CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
- 4 x CUADRO SECUNDARIO
- 2 x CUADRO AUXILIAR
- 1 x CUADRO EXTERIOR
- 1 x CUADRO BAJA TENSIÓN DEL C.T
- 11 x PICA DE TIERRA 2m
- 11 x ARQUETA DIMENSIONES 40X40 cm

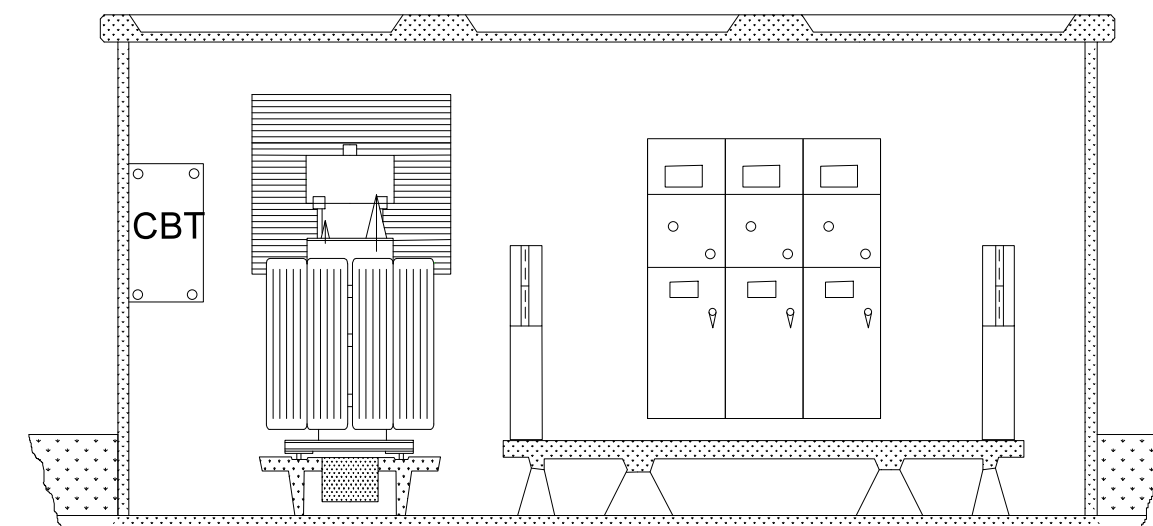
Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Distribución de la línea de tierra		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 6



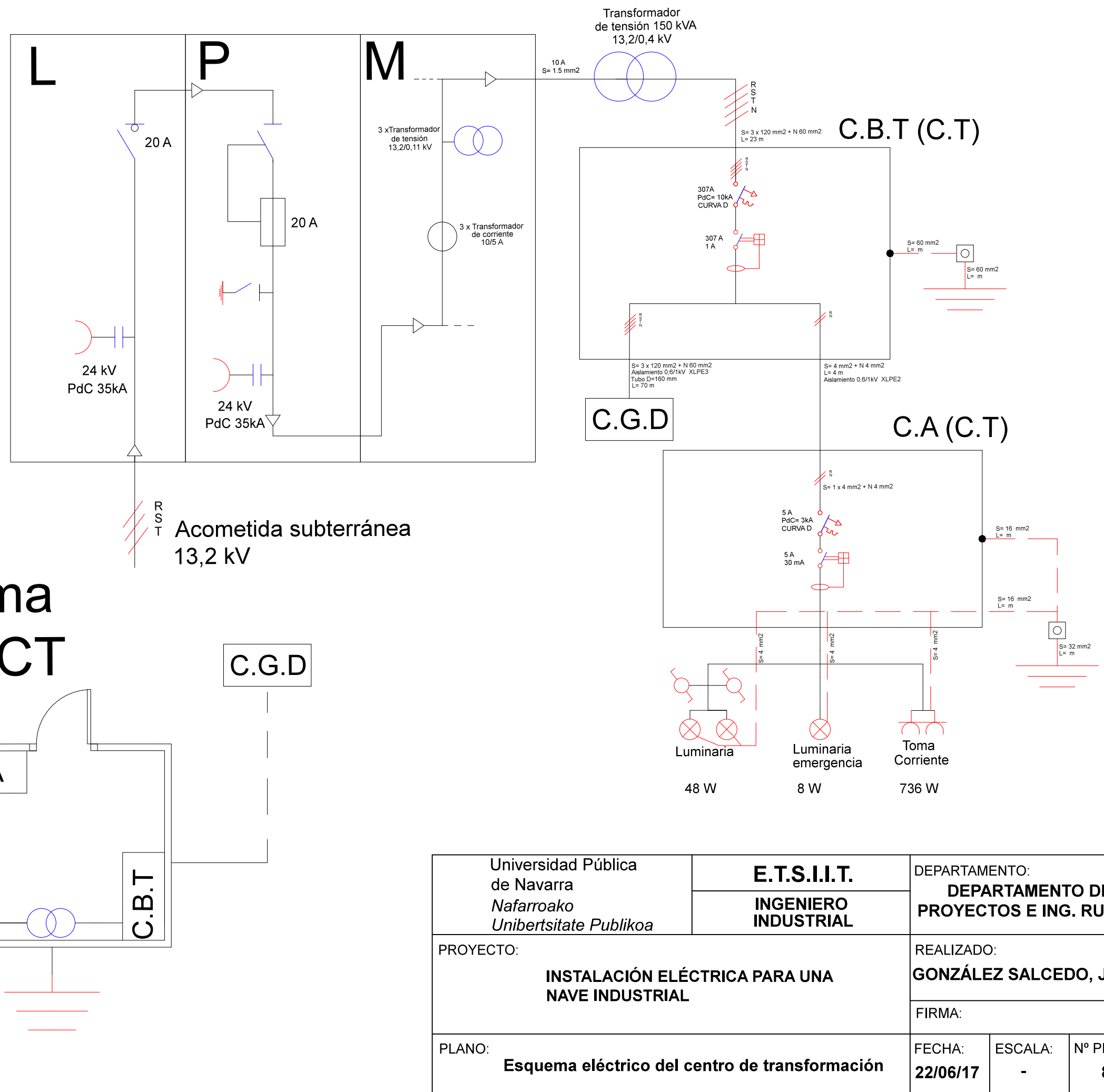
Centro de transformación metálico prefabricado
 Instalado en superficie, Marca Ormazabal
 Tipo Ormazabal-M 12kV



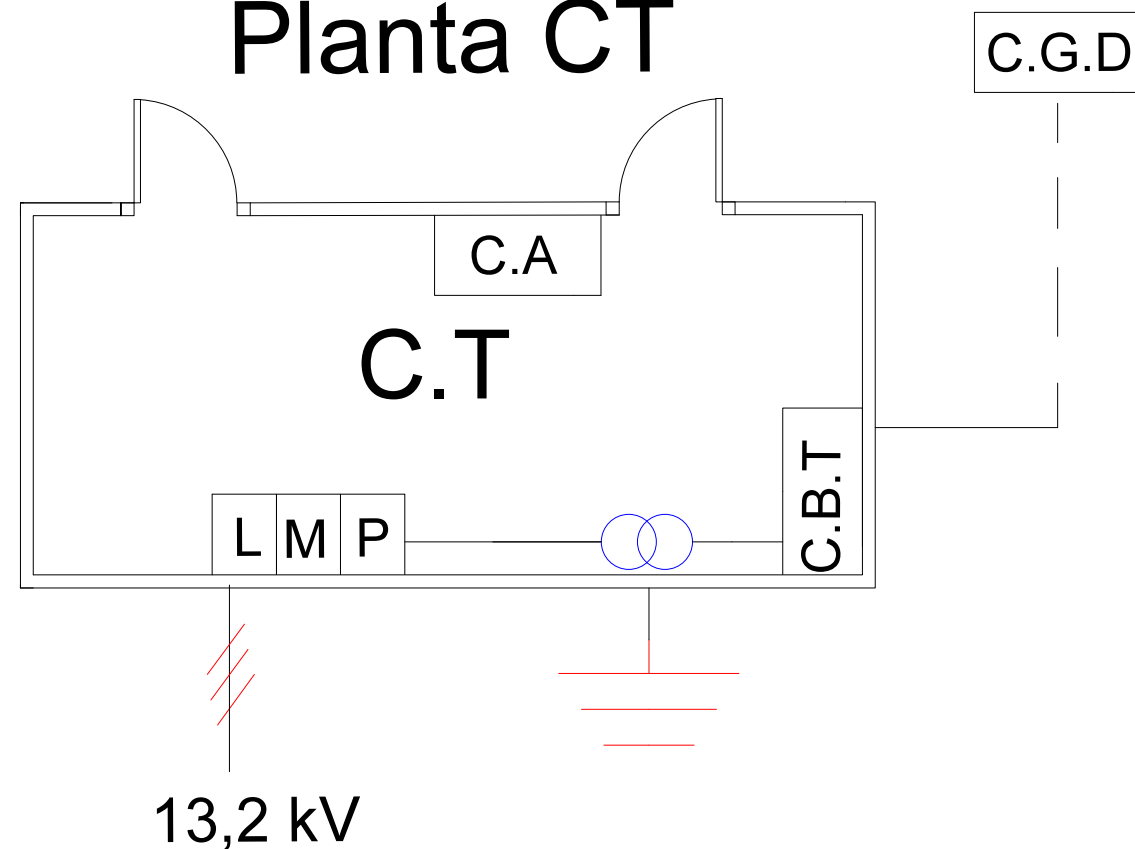
Sección
 A-A



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Vistas y sección del centro de transformación		FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:50	Nº PLANO: 7

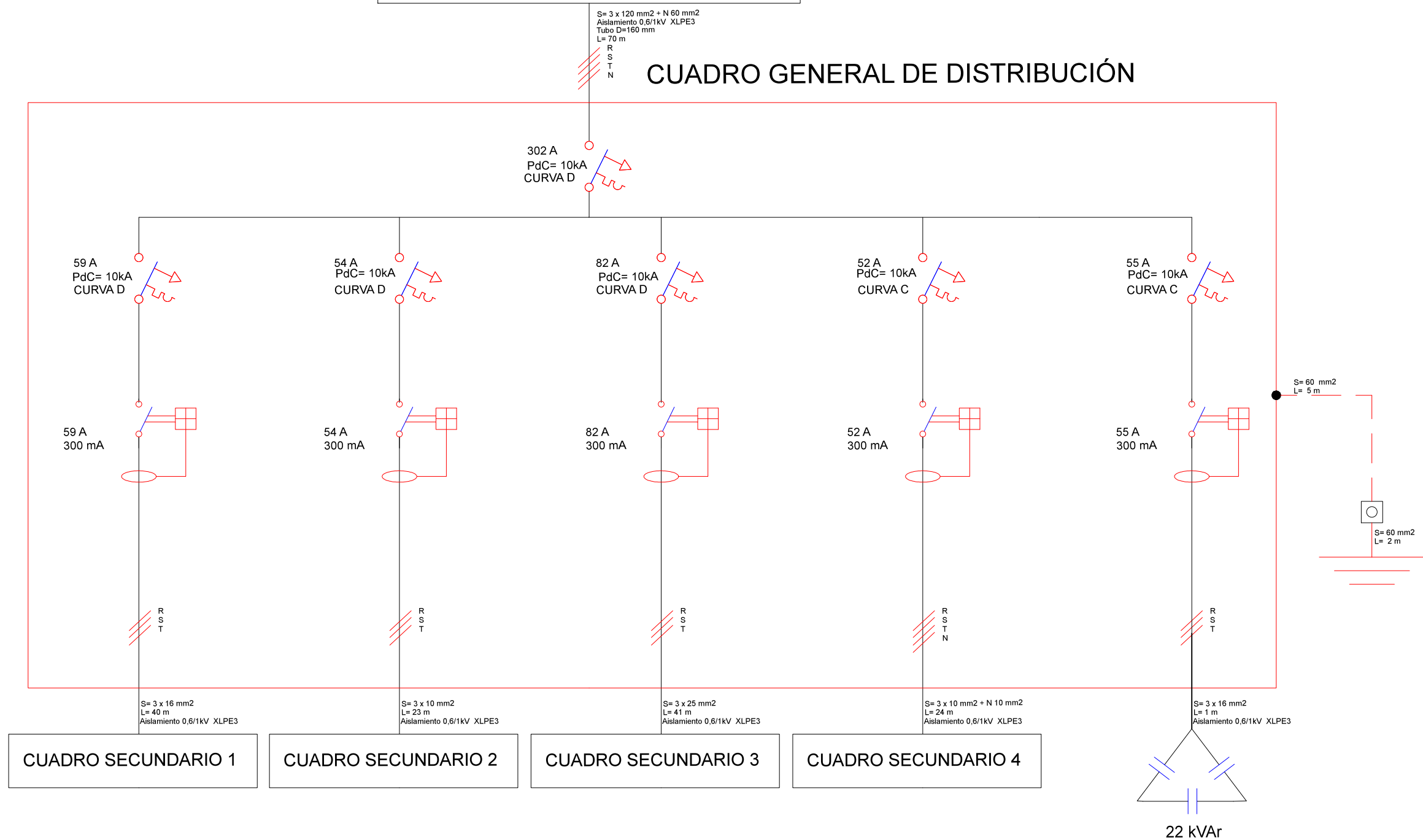


Esquema Planta CT



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL				
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL			REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
			FIRMA:		
PLANO: Esquema eléctrico del centro de transformación			FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 8

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

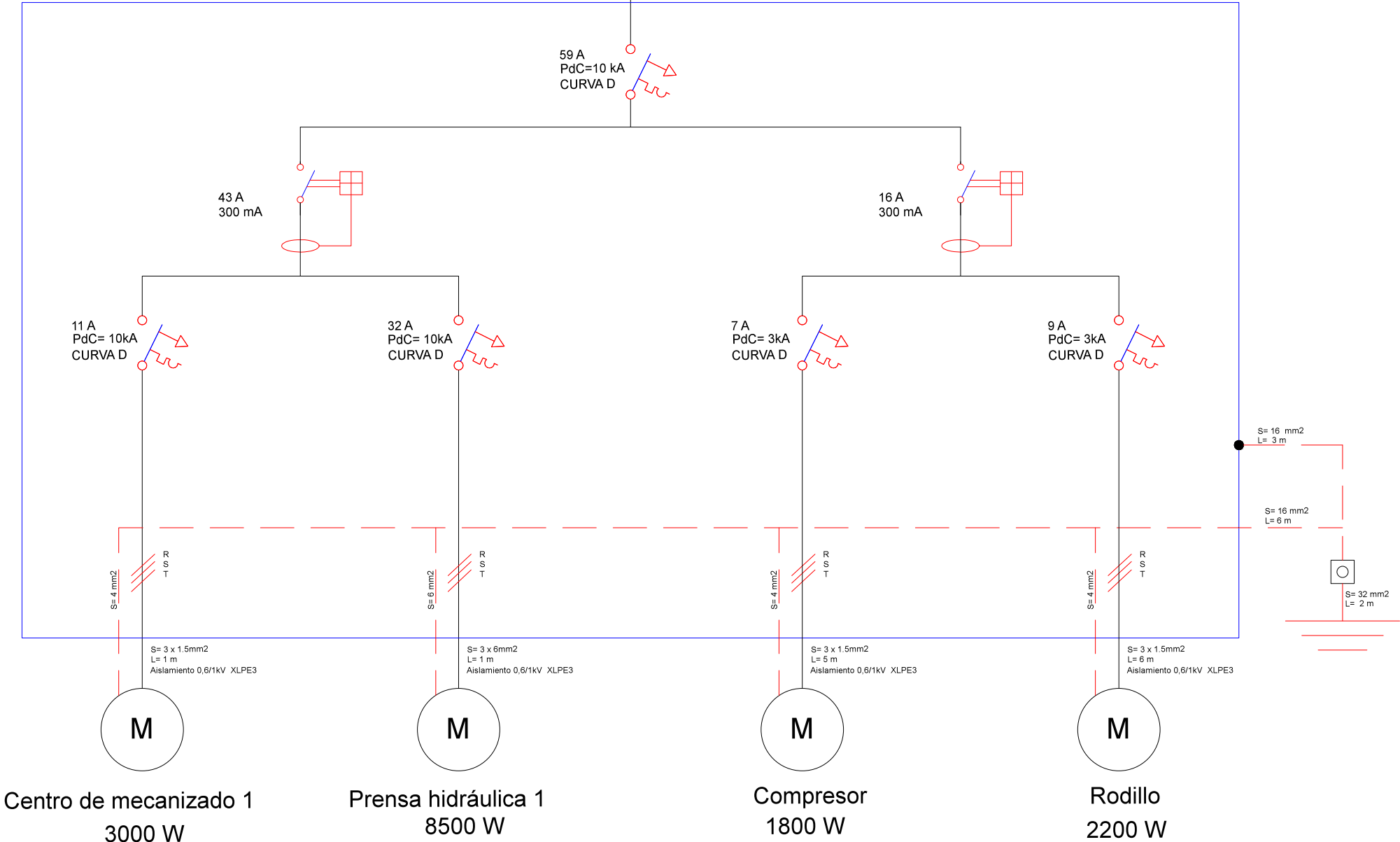


Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL				
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL			REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
			FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro General de Distribución			FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 9

C.G.D

S= 3 x 16 mm²
L= 40 m
Aislamiento 0,6/1kV XLPE3
R
S
T

CUADRO SECUNDARIO 1



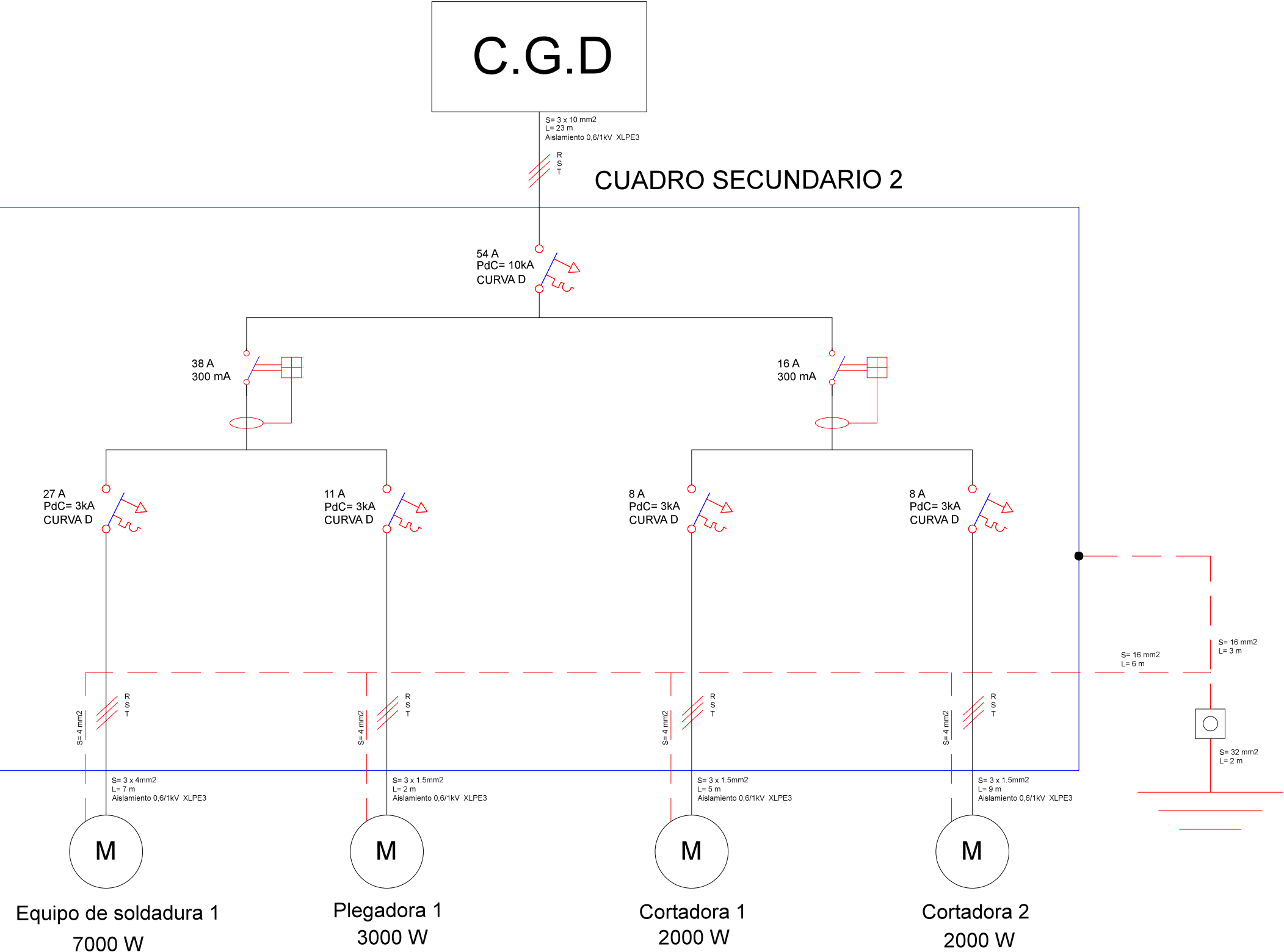
Centro de mecanizado 1
3000 W

Prensa hidráulica 1
8500 W

Compresor
1800 W

Rodillo
2200 W

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro Secundario 1		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 10



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
		FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro Secundario 2		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 11

C.G.D

S= 3 x 25 mm2
L= 41 m
Aislamiento 0,6/1kV XLPE3

R
S
T

CUADRO SECUNDARIO 3

82 A
PdC= 10kA
CURVA D

44 A
300 mA

38 A
300 mA

12 A
PdC= 10kA
CURVA D

32 A
PdC= 10kA
CURVA D

27 A
PdC= 10kA
CURVA D

11 A
PdC= 3kA
CURVA D

S= 4 mm2

S= 3 x 1.5 mm2
L= 2 m
Aislamiento 0,6/1kV XLPE3

M

Centro de mecanizado 2
3000 W

S= 6 mm2

S= 3 x 6 mm2
L= 2 m
Aislamiento 0,6/1kV XLPE3

M

Prensa hidráulica 2
8500 W

S= 4 mm2

S= 3 x 4 mm2
L= 7 m
Aislamiento 0,6/1kV XLPE3

M

Equipo de soldadura 2
7000 W

S= 4 mm2

S= 3 x 1.5 mm2
L= 13 m
Aislamiento 0,6/1kV XLPE3

M

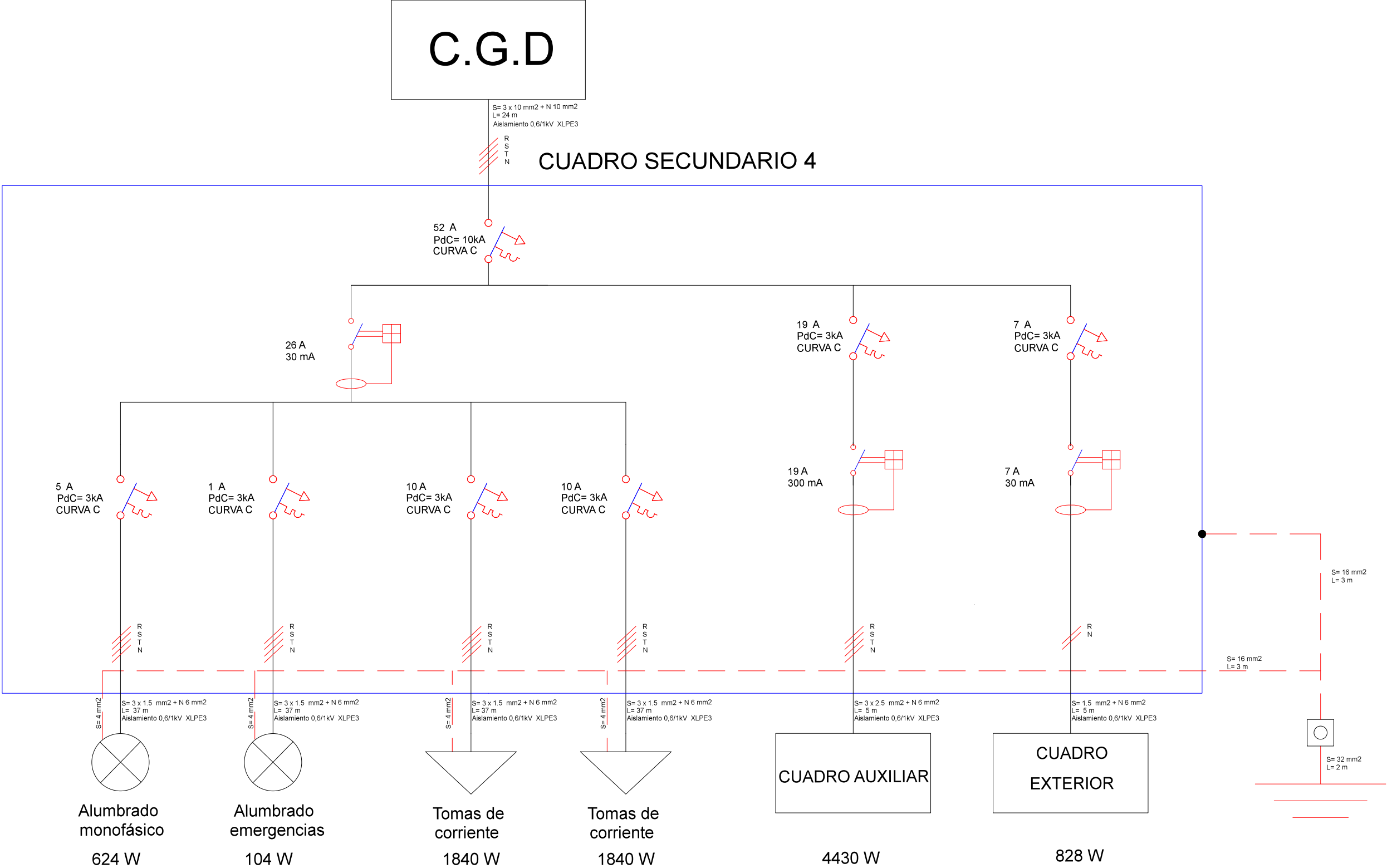
Plegadora 2
3000 W

S= 16 mm2
L= 6 m

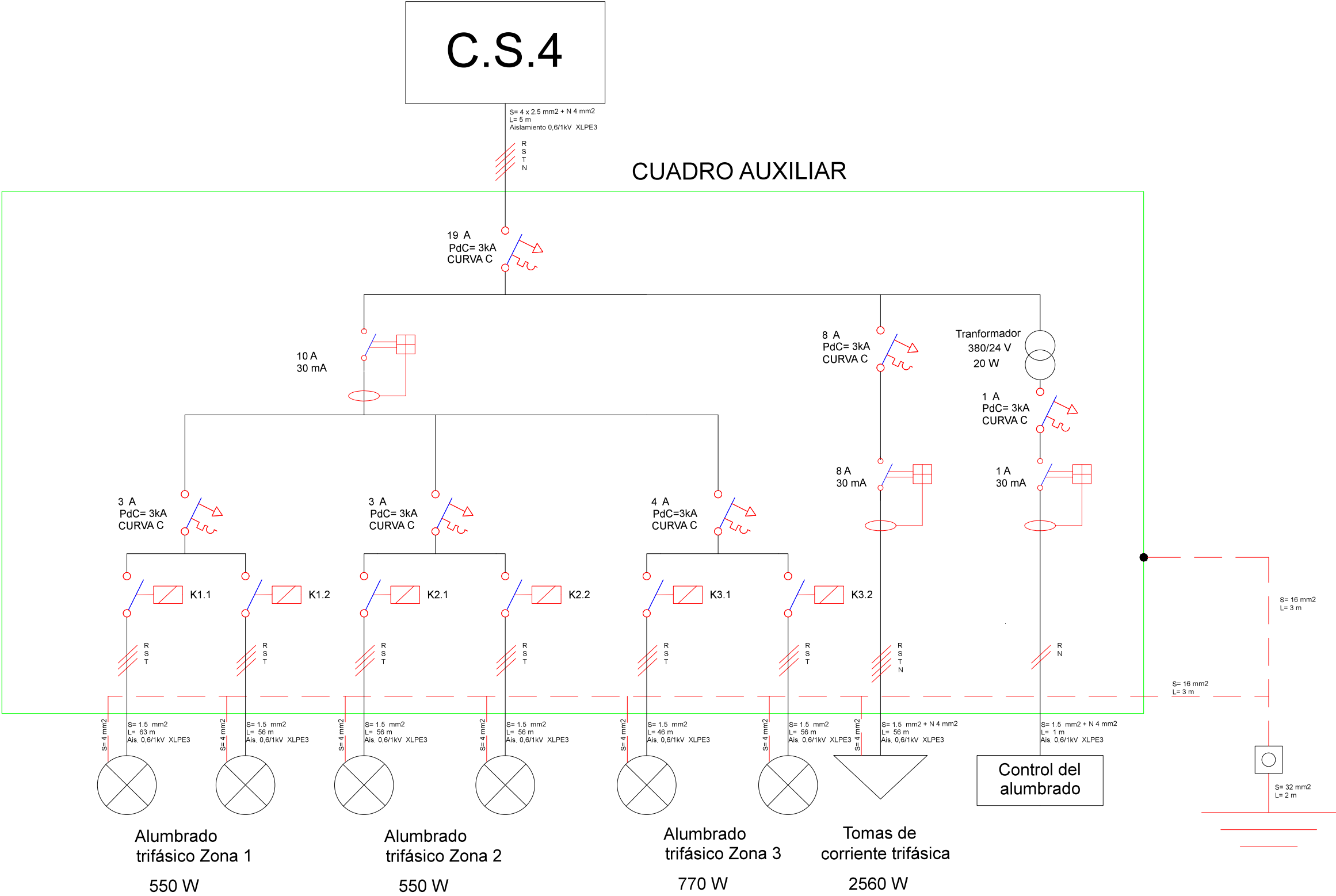
S= 16 mm2
L= 3 m

S= 32 mm2
L= 2 m

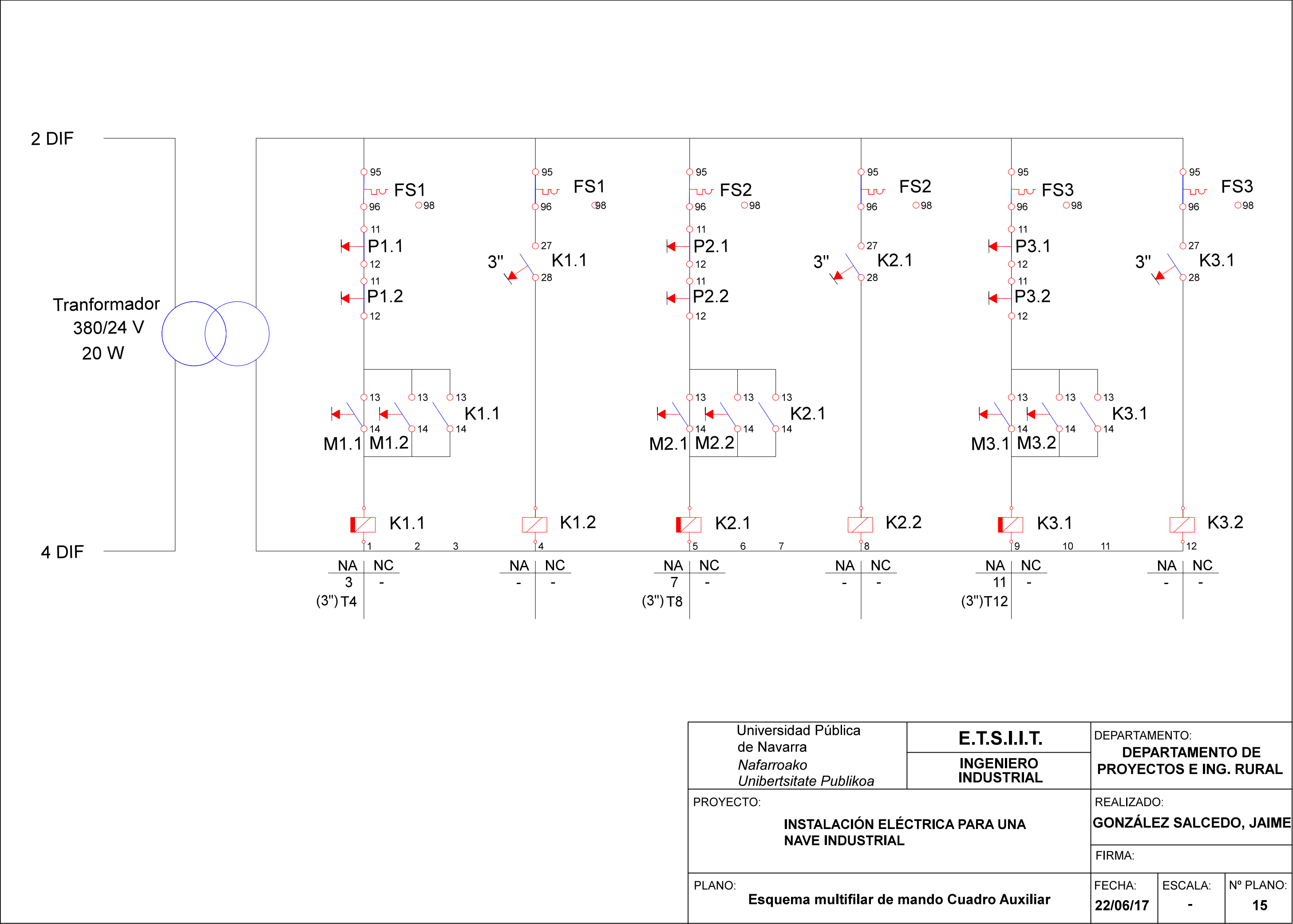
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro Secundario 3		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 12



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro Secundario 4		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 13

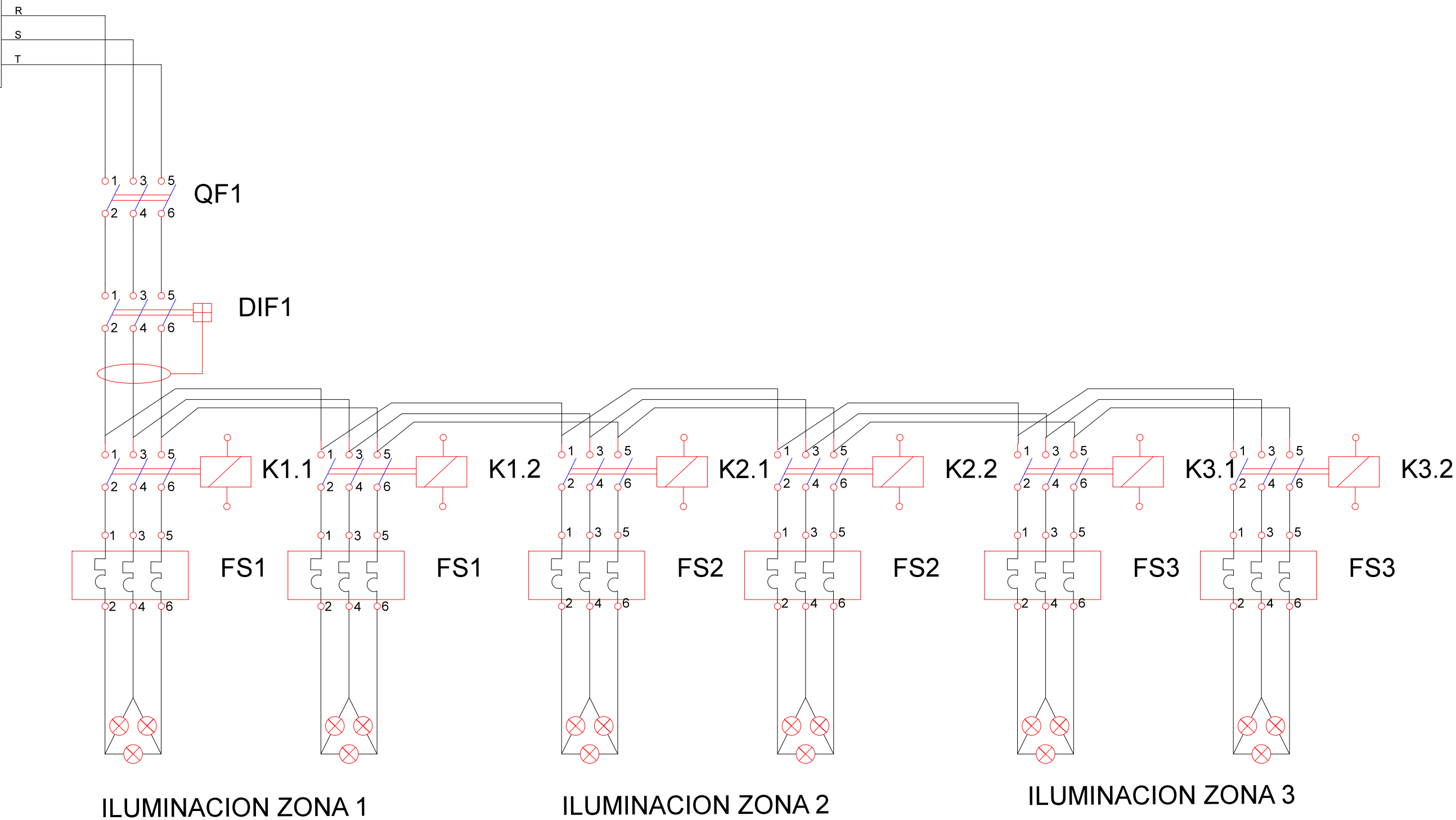


Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro Auxiliar		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 14



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
		FIRMA:		
PLANO: Esquema multifilar de mando Cuadro Auxiliar		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 15

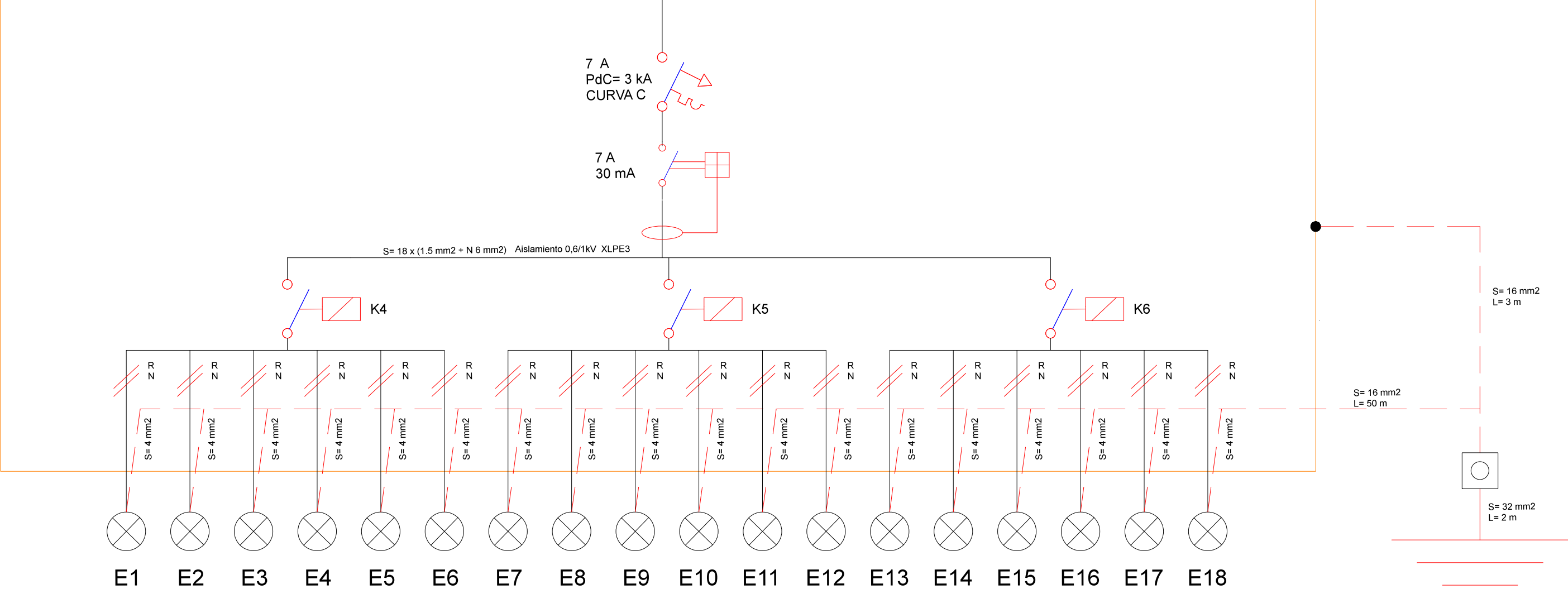
Cuadro
Auxiliar



Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 16
PLANO: Esquema multifilar de fuerza Cuadro Auxiliar				

C.S.4

CUADRO EXTERIOR



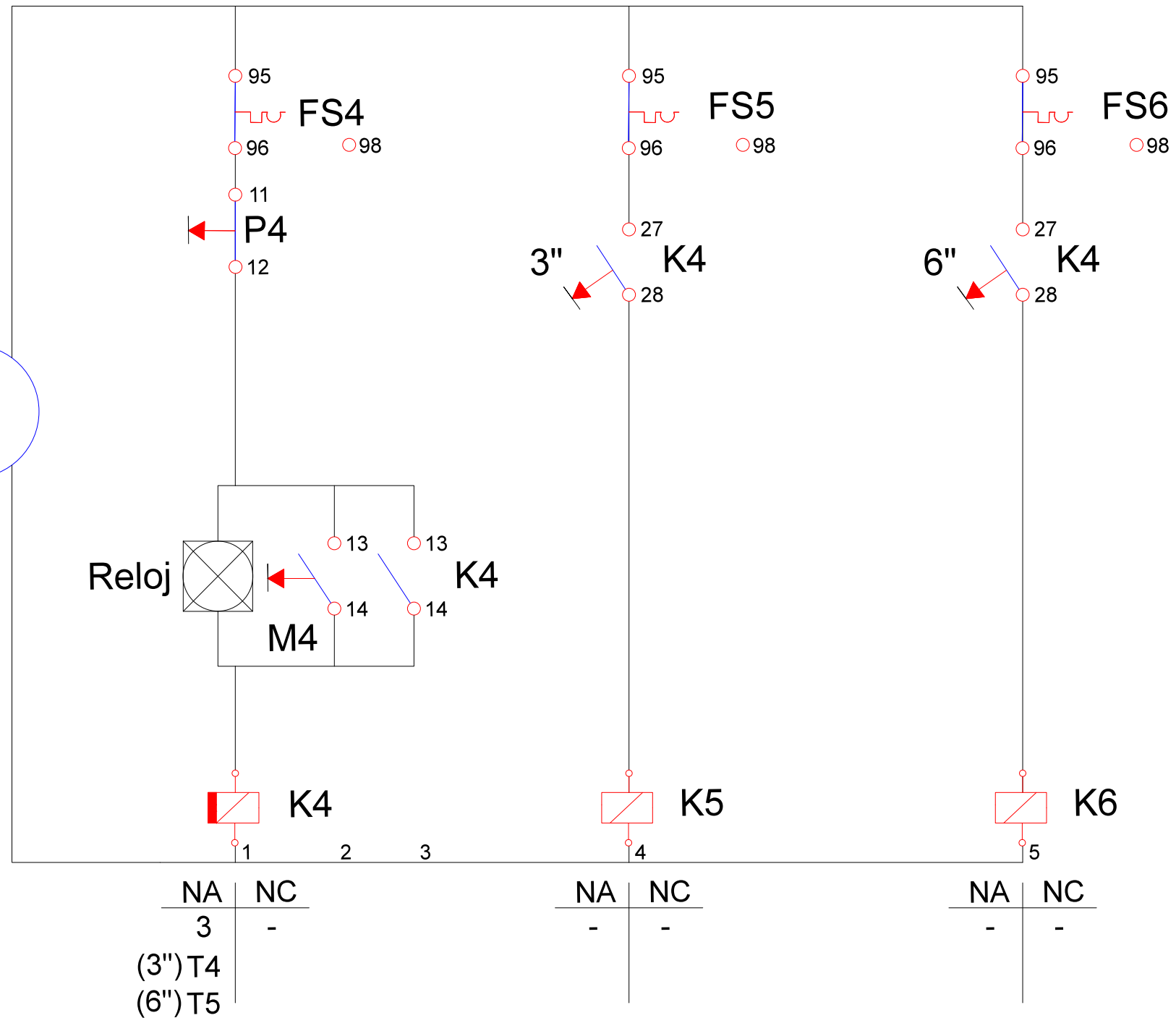
Alumbrado exterior
1490 W

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema unifilar Cuadro Exterior		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 17

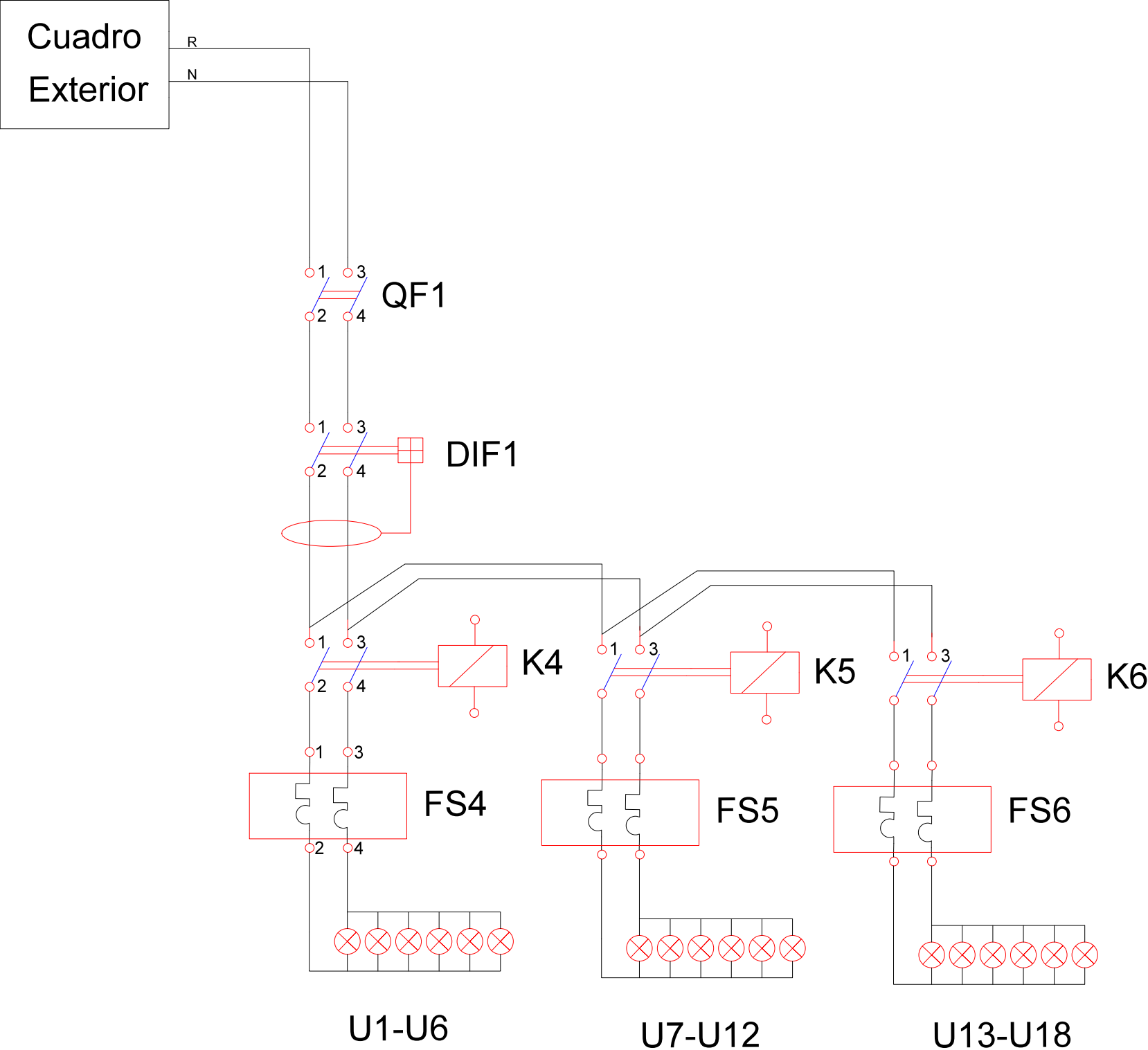
2 DIF

Tranformador
380/24 V
20 W

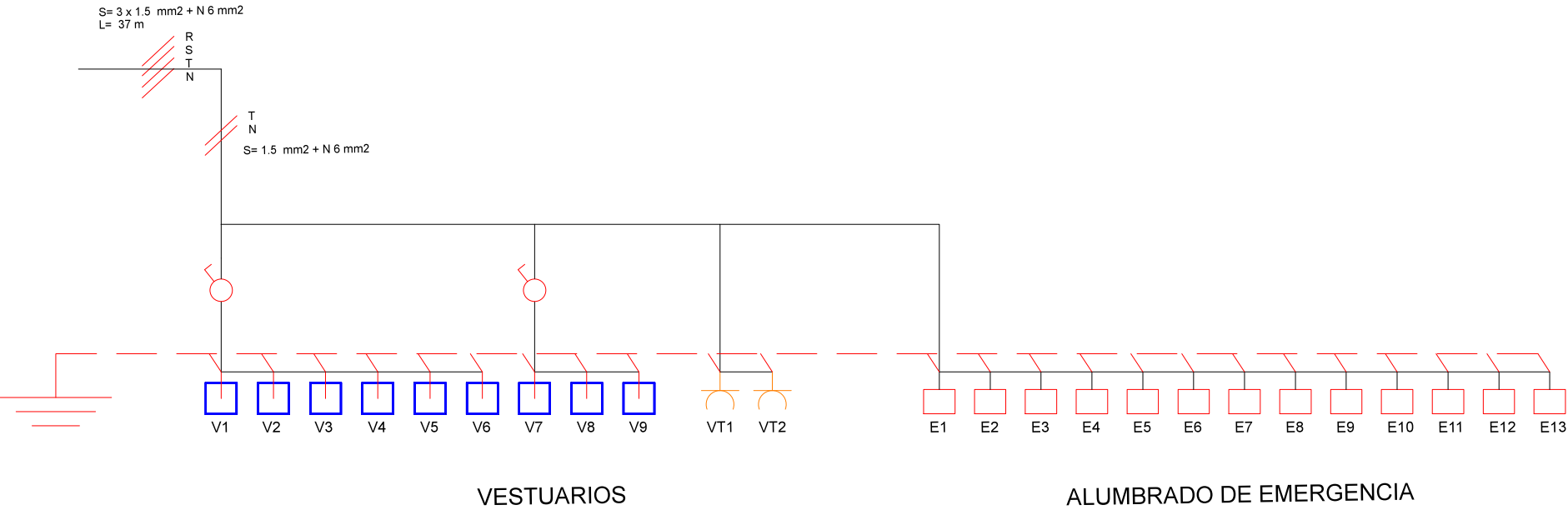
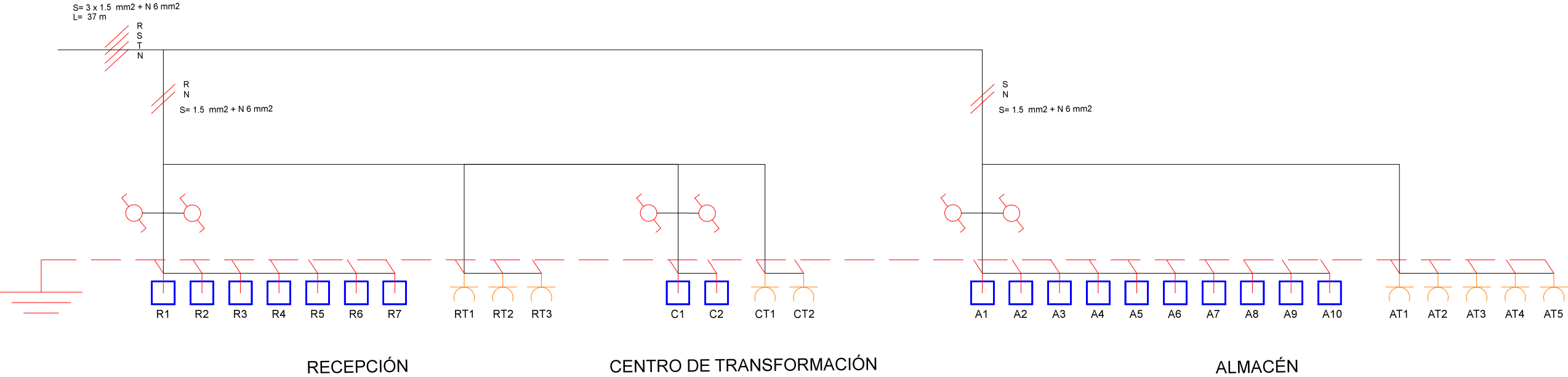
4 DIF



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema multifilar de mando Cuadro Exterior	FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 18	



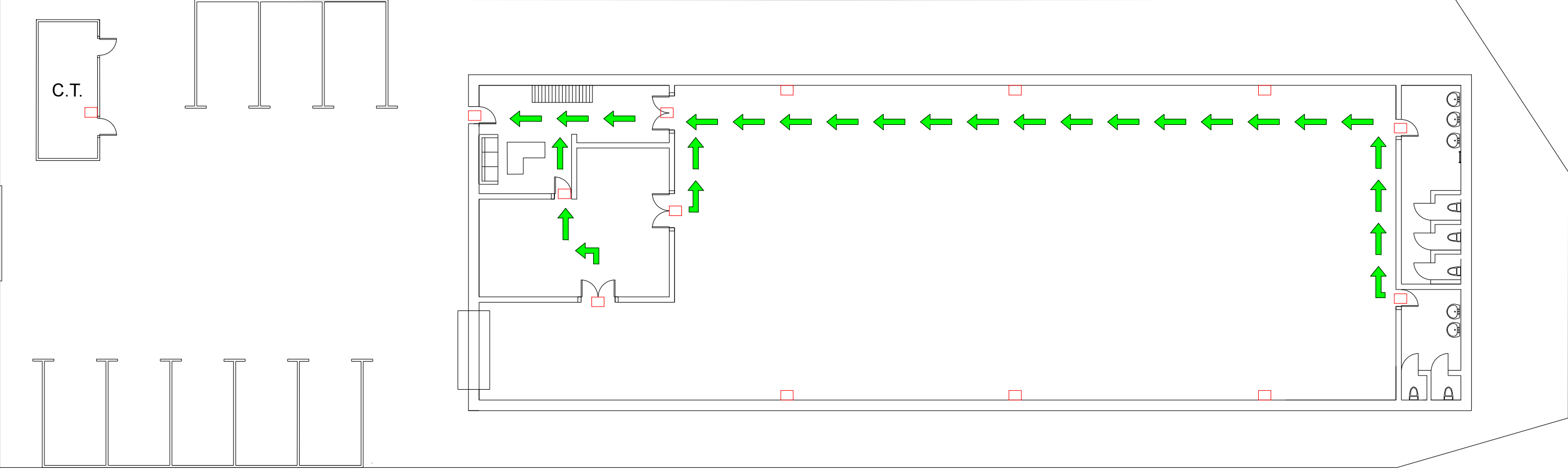
Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema multifilar de fuerza Cuadro Exterior		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 19



LEYENDA

- 28 x Lámpara PHILIPS CR200B 4xTL5-24W HFP
- 13 x Luminarias de emergencia URA33 8W
- 12 x Bloque de 2 tomas de corriente monofásica 16A
- 6 x Interruptor conmutado
- 2 x Interruptor
- Toma de tierra

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:		
PLANO: Esquema distribución de las fases		FECHA: 22/06/17	ESCALA: -	Nº PLANO: 20



LEYENDA

- 13 x Luminarias de emergencia URA33 8W
- ➔ Camino evacuación

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO INDUSTRIAL			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: GONZÁLEZ SALCEDO, JAIME		
		FIRMA:		
PLANO:	Distribución del alumbrado de emergencia	FECHA: 22/06/17	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 21

DOCUMENTO 4

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	88
4.1.1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	88
4.1.2 DISPOSICIONES GENERALES	88
4.1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS	88
4.1.4 SEGURIDAD EN EL TRABAJO	89
4.1.5 SEGURIDAD PÚBLICA	90
4.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	90
4.1.6.1 Datos de la obra	90
4.1.6.2 Replanteo de la obra	90
4.1.6.3 Condiciones generales	91
4.1.7 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN	91
4.1.8. ACOPIO DE MATERIALES	92
4.1.9. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE	92
4.1.10 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS	92
4.1.11 VARIACIONES DE PROYECTO	93
4.1.12 COOPERACIÓN CON OTROS INSTALADORES	93
4.1.13 PROTECCIÓN	93
4.1.14 LIMPIEZA DE LA OBRA	94
4.1.15 ANDAMIOS Y APAREJOS	94
4.1.16 OBRAS DE ALBAÑILERÍA	94
4.1.17 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA	95
4.1.18 RUIDOS Y VIBRACIONES	95
4.1.19 ACCESIBILIDAD	95
4.1.20 CANALIZACIONES	96
4.1.21 MANGUITOS PASAMUROS	96
4.1.22 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO	96
4.1.23 PROTECCIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS	97
4.1.24 CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS	97
4.1.25 IDENTIFICACIÓN	97
4.1.26 PRUEBAS PARCIALES	98
4.1.27 PRUEBAS FINALES	98
4.1.28 RECEPCIÓN PROVISIONAL	98
4.1.29 PERIODOS DE GARANTÍA	99

4.1.30 RECEPCIÓN DEFINITIVA.	100
4.1.31 PERMISOS	100
4.1.32 ENTRENAMIENTO	100
4.1.33 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS	100
4.1.34 SUBCONTRATACIÓN DE LA OBRAS	100
4.1.35 RIESGOS	101
4.1.36 RESCISIÓN DEL CONTRATO	101
4.1.37 PAGO DE OBRA	102
4.1.38 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS	102
4.1.39 DISPOSICIÓN FINAL	102
4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.	103
4.2.1 GENERALIDADES.....	103
4.2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	103
4.2.2.1 Dispositivos generales e individuales	103
4.2.2.2 Instalación Interior	103
4.2.2.3. Aparatos de protección	104
4.2.2.4. Identificación de los conductores	104
4.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones	104
4.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	105
4.2.2.7. Conexiones Eléctricas	105
4.2.2.8. Conductores aislados bajo tubos protectores	105
4.2.3 RED DE TIERRA	106
4.2.3.1 Conductores	106
4.2.3.2 Resistencia de las tomas de tierra.	107
4.2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	107
4.2.4.1 Aparamenta de alta tensión	107
4.2.4.2 Transformador	107
4.2.4.3 Puesta a tierra del centro de transformación	108
4.2.4.4 Puesta en servicio y desconexión del C.T.....	108
4.2.4.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	109
4.2.5 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	109

4.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

4.1.1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente pliego de condiciones determina los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones.

4.1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El instalador deberá cumplir los siguientes documentos:

- La Reglamentación del Trabajo
- La contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez,
- Seguro de Enfermedad

En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no se modifique en el presente documento.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda y estar provisto del documento que le califique como Instalador.

4.1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS

Las instalaciones del proyecto se regirán por lo especificado en las siguientes normas:

- REAL DECRETO 8442/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- REAL DECRETO 363/2004 por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- REAL DECRETO 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica (Normas Iberdrola).
- REAL DECRETO 1955/2000 por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

- REAL DECRETO 486/1997 Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 2267/2004 sobre Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- REAL DECRETO 1942/1993 Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- REAL DECRETO 3275/1982 sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- LEY 3171995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 1627/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras.
- REAL DECRETO 485/1997 sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- REAL DECRETO 1215/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- REAL DECRETO 773/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.

4.1.4 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Instalador cumplirá las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en condiciones de seguridad.

El Director de Obra podrá exigir al Instalador el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros, además, podrá exigir que presente los documentos acreditativos de Seguridad Social de todo tipo en la forma legalmente establecida.

Mientras los operarios trabajen en circuitos, equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, calzado aislante, guantes, etc.

4.1.5 SEGURIDAD PÚBLICA

El Instalador deberá tomar todas las precauciones en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas y aparatos de los peligros procedentes del trabajo, y tomará las responsabilidades de los accidentes que se ocasionen.

El Instalador mantendrá una póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños y responsabilidad civil que pudieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

4.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Instalador organizará los trabajos en la forma más eficaz para su perfecta ejecución y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra y las condiciones que se detallan en los siguientes puntos:

4.1.6.1 Datos de la obra

Se entregará al Instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además se hará responsable de la buena conservación de los originales, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización. No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.1.6.2 Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador. Los gastos de replanteo serán de cuenta del Instalador.

4.1.6.3 Condiciones generales

El Instalador deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Presupuesto, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá preferencia sobre cualquier otro. En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio.

Los materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto se especifique la utilización de material usado. La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

4.1.7 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

A los quince días de la adjudicación de la obra el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación, electricidad y protección contra incendios.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistemas contra incendios y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas a las distintas fases de la obra. La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa.

4.1.8. ACOPIO DE MATERIALES

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en un lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades. Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de los materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

La Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

4.1.9. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

4.1.10 PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato. Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión será la que la Dirección facultativa considere.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa. El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.

La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

4.1.11 VARIACIONES DE PROYECTO

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada. La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si presentan un mayor beneficio económico de inversión sin disminuir la calidad de la instalación.

Las variaciones sobre el proyecto pedidas por la Dirección facultativa que impliquen cambios de cantidades, calidades o el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador.

4.1.12 COOPERACIÓN CON OTROS INSTALADORES

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

4.1.13 PROTECCIÓN

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas. En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión.

Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura antioxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento. Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislante, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

4.1.14 LIMPIEZA DE LA OBRA

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, y al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales: aparatos sanitarios, griferías, etc...

4.1.15 ANDAMIOS Y APAREJOS

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador.

4.1.16 OBRAS DE ALBAÑILERÍA

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles. La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

4.1.17 ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

4.1.18 RUIDOS Y VIBRACIONES

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

4.1.19 ACCESIBILIDAD

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos. A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Instalador. Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

4.1.20 CANALIZACIONES

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización. Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular. Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico. En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

4.1.21 MANGUITOS PASAMUROS

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

4.1.22 PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

4.1.23 PROTECCIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

4.1.24 CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Instalador.

El Instalador deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, y con frecuencia de 50 Hz.

4.1.25 IDENTIFICACIÓN

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las

especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación. Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

4.1.26 PRUEBAS PARCIALES

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra. Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanqueidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

4.1.27 PRUEBAS FINALES

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

4.1.28 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso.

Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador. Si el Instalador no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

4.1.29 PERIODOS DE GARANTÍA

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

4.1.30 RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.

4.1.31 PERMISOS

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

4.1.32 ENTRENAMIENTO

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

4.1.33 REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

4.1.34 SUBCONTRATACIÓN DE LA OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

4.1.35 RIESGOS

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

4.1.36 RESCISIÓN DEL CONTRATO

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma. Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en el párrafo anterior corresponderá a la Dirección facultativa. En los supuestos previstos en el párrafo anterior, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

4.1.37 PAGO DE OBRA

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas.

Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.1.38 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación.

Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

4.1.39 DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

4.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

4.2.1 GENERALIDADES

El contratista se comprometerá a utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos distintos a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la pertinente autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra. El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

4.2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Todas las instalaciones eléctricas del presente proyecto deberán seguir en todo momento las especificaciones que en éste se detallan, siguiendo las pautas de los siguientes apartados:

4.2.2.1 Dispositivos generales e individuales

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

4.2.2.2 Instalación Interior

La tensión asignada no será inferior a 450 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación

interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523.

4.2.2.3. Aparatos de protección

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito, estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento. Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

4.2.2.4. Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación, se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde y amarillo. Todos los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

4.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes

de la instalación, o a ciertas maquinas, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

4.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia instalador, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V .

Las corrientes de fuga no serán superiores a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos

4.2.2.7. Conexiones Eléctricas

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente, constituyendo bloques o regletas de conexión o mediante la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

4.2.2.8. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados tendrán aislamiento de tensión no inferior a 450 V . Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: $+60$
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$.

- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

4.2.3 RED DE TIERRA

La red de tierra deberá seguir siempre las especificaciones siguientes:

4.2.3.1 Conductores

Los conductores empleados en la red de tierra deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, en la situación de formar parte de la propia red de tierra.

-Aislados, mediante cables de tensión 450/750 V, con recubrimiento verde-amarillo, conductor de cobre de 16 mm² de sección mínima para redes subterráneas.

4.2.3.2 Resistencia de las tomas de tierra.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

-24 V en local o emplazamiento conductor

-50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

4.2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El instalador deberá seguir las especificaciones que siguen en lo referente al centro de transformación.

4.2.4.1 Aparamenta de alta tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y de SF₆ (hexafluoruro de azufre). El SF₆ proporciona las siguientes ventajas:

- El aislamiento en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente.
- El corte en SF₆ resulta más seguro que al aire.

Se emplearán celdas del tipo modular, de forma que, en caso de avería, sea posible retirar únicamente la celda dañada. La celda de seccionamiento y protección incorporará una protección del tipo autoalimentado, es decir, que no necesita alimentación externa.

4.2.4.2 Transformador

El transformador instalado en este centro de transformación será trifásico y con las características especificadas en la memoria del proyecto. La entrada de aire estará situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al flujo natural de aire, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.2.4.3 Puesta a tierra del centro de transformación

Las puestas a tierra se realizarán estrictamente en la forma indicada en el Proyecto.

Existirán dos circuitos separados de puesta a tierra:

Puesta a tierra de protección.

A la que se conectará:

- Masas de A.T.
- Masas de B.T.
- Autoválvulas de A.T.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas de protección.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación
- Cuba metálica del transformador.

Puesta a tierra de servicio

Al ser la tensión de defecto a tierra en el Centro de Transformación superior a 1.000 V, es necesaria la colocación de una tierra de servicio, a la cual se conectará:

- El neutro del transformador
- Las autoválvulas de B.T.

La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 minuto) y de 20 kV a impulso tipo rayo de onda $1'2/50\mu s$.

4.2.4.4 Puesta en servicio y desconexión del C.T.

Para realizar la puesta en servicio del Centro de Transformación se procederá en el siguiente orden:

- Conexión del Seccionador
- Interruptor automático de alta tensión
- Interruptor general de baja tensión

Para realizar la desconexión se procederá en el siguiente orden:

- Desconexión del interruptor general de baja tensión
- Desconexión del interruptor automático de alta tensión
- Desconexión del seccionador

Se procederá a seguir éste orden para que al accionar los seccionadores en carga no se produzcan descargas eléctricas entre los extremos próximos del seccionador.

4.2.4.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro de transformación se mantendrá en todo momento cerrado para impedir el acceso de personas ajenas al servicio, de acuerdo con el Reglamento de Alta Tensión. Deberá cumplir la normativa en lo referente a anchura mínima de los pasillos para permitir la extracción de las celdas instaladas y de cualquier otro tipo de objeto.

No se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la instalación. Además, la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada para impedir errores en maniobras, contactos accidentales con elementos en tensión o demás accidentes. Se colocarán en un lugar visible los procedimientos necesarios para realizar los primeros auxilios en caso de accidente.

Las celdas llevarán una placa distintiva con sus características:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia nominal.

4.2.5 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia seguirá las siguientes pautas:

- Cuando la disminución en la tensión llegue al 70% de su valor nominal, el alumbrado de emergencia se activará automáticamente. El alumbrado será fijo y tendrá una fuente de alimentación independiente.
- El alumbrado mantendrá su función durante, al menos, una hora desde su activación.
- Además, proporcionará una iluminación mínima de 5 lux a nivel de suelo en los recorridos de evacuación.
- El cociente entre la iluminación máxima y mínima será menor de 40 para garantizar una uniformidad en la iluminación.

En Pamplona, a 22 de Junio de 2017,

Jaime González Salcedo

DOCUMENTO 5

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

5.1 OBJETO DEL ESTUDIO	113
5.2 RIESGOS FRECUENTES.....	113
5.3 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.....	114
5.3.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	115
5.3.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	115
5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	116
5.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	117
5.6 ZANJAS.....	117
5.7 SEÑALIZACIÓN	118
5.8 NORMATIVA DE APLICACIÓN	120

5.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente estudio es el de establecer las medidas mínimas sobre seguridad y salud en la instalación del proyecto. Este documento se realiza según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Según el artículo 4 del citado Real Decreto, sobre la obligatoriedad del estudio de seguridad y salud en las obras, al no cumplir ninguno de los supuestos que ahí se citan, como un presupuesto de obra superior a 450 mil euros, duración de proyecto de más de 30 días laborales o volumen de trabajadores superior a 50, el proyecto queda extento de realizar el estudio de seguridad y salud. En su caso, se realizará un estudio básico, acorde con el artículo 6 del mismo Real Decreto.

El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

En general, deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

5.2 RIESGOS FRECUENTES

Se detallan los riesgos mas frecuentes en obras que incluyan instalaciones eléctricas.

El riesgo principal es el de provocar un contacto con las instalaciones eléctricas. Para evitar éste riesgo se procederá de la siguiente manera: Antes de cada trabajo se comprobará que no afecte a las instalaciones eléctricas existentes, y si estas existieran se procederá a su desconexión antes del inicio de los trabajos, colocando un cartel que indique: “No conectar, hombres trabajando en la red”.

Los riesgos secundarios son:

- Caídas de altura
- Caídas al mismo nivel
- Golpes y cortes con las herramientas
- Pinchazos y atrapamientos
- Pequeñas proyecciones
- Dermatitis por contacto con el cemento

- Descargas eléctricas
- Sobreesfuerzos
- Proyección de partículas a los ojos.

5.3 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Para llevar una seguridad adecuada, se comprobará la estabilidad del lugar de trabajo, así como la existencia de las protecciones que fuesen necesarias, para evitar caídas al distinto nivel (barandillas, redes...).

Todos los trabajadores serán informados de los riesgos existentes en la obra y las medidas preventivas que son necesarias, a su vez se prohibirá el manejo de aparatos electrónicos o manipulación de instalaciones eléctricas, a personas no designadas para ello, o que no tengan la instrucción adecuada.

Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos así como de las buenas condiciones de las herramientas manuales, evitando dejar acumulados materiales, escombros, herramientas y restos de comida en las zonas de paso y cerca de las aberturas

Se dispondrá de una iluminación adecuada. Si es de tipo portátil, será estancada al agua y estará aislada. Se comprobará que las conexiones de los equipos a la red eléctrica tengan toma de tierra y están en buen estado. Sólo se utilizará material eléctrico en perfecto estado de conservación, renovando dicho material en cuanto se aprecie deterioro en sus partes aislantes.

La instalación eléctrica se considera bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados. No se pisarán los conductores ni se dejarán objetos encima de ellos. Se prohibirá el acceso a toda persona ajena a la obra. Debe velarse por la utilización de los equipos de protección puestos a disposición del personal.

Todo el personal accederá y saldrá de la obra por el lugar destinado para ello, que será independiente del acceso de maquinaria y vehículos en general, prohibiéndose terminantemente el trepado por tubos, encofrados... Se verificará que el puesto de trabajo esté dotado de las protecciones colectivas necesarias. En caso de no estarlo, se dará aviso al encargado de la obra.

Será obligatoria la utilización de los equipos de protección individual indicados para la realización de cada tarea y, en particular:

- Uso del casco en todo momento, en todo el recinto de la obra, salvo en las oficinas y locales de higiene y bienestar.
- Uso de calzado antideslizante de seguridad en todo momento y en todo el recinto de la obra.
- Uso de guantes de seguridad (loneta, goma, PVC, de cuero...) en dependencia directa con el tipo de trabajo que se ejecute.

-Uso de protección ocular en todos aquellos trabajos en que se produzca proyección de partículas (manejo de radial, sierras circulares, martillos rompedores, macetas y piquetas, rozadoras, procesos de soldadura, pintura...).

-Uso de arnés de seguridad, anclado a un punto fuerte, para todo trabajo con posibilidad de caída de altura superior a 2 m sin la adecuada protección colectiva.

5.3.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos que se utilizarán para evitar los accidentes de manera individual son:

- Ropa de trabajo: se utilizará en todas las fases de la obra.
- Guantes aislantes: para aquellos trabajos en los que deba manipularse material eléctrico.
- Guantes de goma o neopreno: para aquellas fases en las que se utiliza hormigón o cemento.
- Guantes de cuero: para los trabajos de descarga y movimiento de materiales.
- Botas de seguridad: se utilizarán en todas las fases de la obra.
- Casco de polietileno: se utilizará en todas las fases de la obra.
- Gafas de seguridad: si existe riesgo de proyecciones o un nivel elevado de polvo (ejecución de rozas).
- Cascos antirruído: cuando el nivel de ruido sobrepase los 80 dB.
- Arnés de seguridad: usado anclado para aquellos trabajos con riesgo de caída a distinto nivel, en los que no exista protección colectiva (colocación de antenas en cubierta, por ejemplo).
- Pantalla de soldador: se utilizará para no dañar la vista en soldaduras

5.3.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Dado que la instalación objeto de este proyecto se desarrollará sobre un edificio en construcción, éste deberá disponer de todas las medidas de protección que le sean de aplicación:

- Barandillas
- Andamios de seguridad

- Protección de partes móviles de máquinas
- Plataformas de descarga de material
- Escaleras auxiliares
- Distancia de seguridad
- Camino de evacuación en caso de incendio o accidente

La señalización no es una protección colectiva, pero es necesaria siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Como normas generales de actuación en relación con estas instalaciones deben observarse las siguientes:

- Los bornes, tanto de cuadros como de máquinas, estarán protegidos con material aislante.
- Los cables de alimentación a máquinas y herramientas tendrán cubiertas protectoras, serán del tipo antihumedad y no deberán estar en contacto o sobre el suelo en zonas de tránsito.
- Está prohibido la utilización de las puntas desnudas de los cables, como clavijas de enchufe macho.
- En los almacenes de la obra se dispondrá de recambios análogos en número suficiente para, en cualquier momento, poder sustituir el elemento deteriorado sin perjuicio para la instalación y para las personas.
- Todas las líneas eléctricas quedan sin tensión al dar por finalizado el trabajo, mediante corte del seccionador general.
- La revisión periódica de todas las instalaciones es condición imprescindible. Se realizará con la mayor escurpulosidad por el personal especializado. Afectará tanto al aislamiento de cada elemento o máquina, así como el estado de mecanismos, protecciones, conductores, cables, del mismo modo que a sus conexiones o empalmes.
- Los portalámparas serán de material aislante, para que no produzcan contacto con otros elementos o cortocircuitos.
- Toda reparación se realizará previo corte de corriente, y siempre por personal cualificado.
- Los cuadros eléctricos permanecerán cerrados y las llaves en poder de persona responsable.

- Se señalará mediante carteles el peligro de riesgo eléctrico, así como el momento en que se estén efectuando trabajos de conservación.

5.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Para prevenir los accidentes que puedan ocasionar incendios y prevenir la propagación de los incendios que pudieran ocasionarse se realizarán las siguientes medidas:

- Se instruirá a los trabajadores en el manejo de extintores y en la prevención de incendios.
- Se cortará la corriente desde el cuadro general, evitando cortocircuitos, una vez finalizada la jornada laboral.
- Se prohibirá fumar en las zonas de trabajo donde exista un peligro evidente de incendio, debido a los materiales que se manejan.
- Se dará señal de alarma ante cualquier conato de incendio, procediendo a la evacuación de todo el personal hasta que la situación esté controlada.
- Se avisará al servicio de bomberos ante cualquier incidencia.
- Las personas ajenas a la empresa tendrán prohibida la entrada a la obra.

5.6 ZANJAS

En ningún caso se contempla la realización de zanjas con una profundidad superior a 2 metros, caso de ser imprescindibles serán objeto de estudio previo. Antes de proceder a su ejecución se recabará información para tener información de posibles instalaciones afectadas (agua, gas, electricidad, etc.).

En caso de existir canalizaciones eléctricas próximas a la zona de trabajo, se señalarán previamente y cuando se esté a menos de 40 cm de ellas se realizarán los trabajos manualmente. Si fuese necesario el desmantelamiento se pondrá fuera de servicio antes del comienzo de los trabajos.

Si existe posibilidad de interferencia con servicios de gas, se utilizará un equipo de detección de gases manipulado por personal competente.








La anchura de la zanja será suficiente para permitir la realización de los trabajos, recomendándose una anchura según la profundidad de la zanja según la siguiente tabla:














El material procedente de la excavación se mantendrán distanciado al menos un metro de la zanja. Se vallará el perímetro de la zona de trabajo.

Profundidad	Anchura
Hasta 60 cm	50 cm
Hasta 120 cm	65 cm
Hasta 180 cm	75 cm

5.7 SEÑALIZACIÓN

Una medida de prevención de riesgos colectiva es la instalación de buenas medidas de señalización.

RELACIÓN NO EXAHUSTIVA DE SEÑALIZACIÓN SEGÚN EL R.D. 485/1997 Y OTRAS DE USO COMÚN		
UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN	TIPO DE SEÑAL Y SIGNIFICADO	
En la puerta de almacenes de sustancias peligrosas		Señal de peligro en general
		Peligro productos tóxicos
		Peligro productos inflamables
En zonas con peligro de incendio		Prohibido fumar y encender fuego
		Ubicación de extintor de incendios
En las vías de evacuación		Señalización de las vías según el Anexo III del RD 485/97
En el botiquín de emergencia		Ubicación del botiquín de primeros auxilios
En las distintas máquinas (sierras circulares, hormigonera...)		Pegatinas con las señales de advertencia de peligros de las protecciones que correspondan, según el catálogo de riesgos y medidas preventivas específico de cada máquina

RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE SEÑALIZACIÓN SEGÚN EL R.D. 485/1997 Y OTRAS DE USO COMÚN		
UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN	TIPO DE SEÑAL Y SIGNIFICADO	
En el acceso de personal a la obra		Prohibido el acceso a personas ajenas a la obra
		Peligro en general
		Uso obligatorio del casco
En los accesos de peatones y maquinaria		Prohibido el paso a peatones
Una vez superado el acceso de personal		Caída de objetos
		Cargas suspendidas
		Caídas al mismo nivel
		Uso obligatorio de calzado de seguridad
		Uso obligatorio de guantes de seguridad
En la salida de vehículos y maquinaria		Señal de Stop. Parada obligatoria
En la oficina de obra y vestuario		Panel indicativo con teléfonos y direcciones de interés para la prevención (centros de asistencia, teléfono de emergencias, ambulancias....)
En los cuadros eléctricos		Riesgo por contacto con energía eléctrica
En zonas con peligro de caída de altura		Peligro de caída a distinto nivel
		Uso obligatorio de arnés de seguridad

5.8 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se aplicarán especialmente las disposiciones mínimas de seguridad y salud recogidas en el anexo IV de Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, y los principio de acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Además se deberán tener en cuenta todas las siguientes disposiciones:

- Estatuto de los trabajadores.
- Convenio General del Sector de Construcción.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M 20.09.1973 en B.O.E. 09.10.1973)
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos.
- Orden de 28 de junio de 1988, por la que se aprueba la Inspección Técnica Complementaria MIEAEM2, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas torre desmontables para cada obra.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1316/1989, sobre el ruido.
- Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96": Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las medidas mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En Pamplona, a 22 de Junio de 2017,

Jaime González Salcedo

DOCUMENTO 6

PRESUPUESTO

ÍNDICE

6.1 PRESUPUESTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN	124
6.1.1 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	124
6.1.2 SUMINISTRO.....	125
6.1.3 CUADROS ELÉCTRICOS	129
6.1.4 ILUMINACIÓN.....	130
6.1.5 PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECORRIENTES.....	132
6.1.6 PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS	134
6.1.7 AUTOMATISMOS.....	136
6.1.8 BATERÍA DE CONDENSADORES	137
6.1.9 TOMAS DE CORRIENTE	138
6.1.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	138
6.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).....	140
6.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	141

6.1 PRESUPUESTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN

En el presente documento se va a hacer una valoración económica del material y la mano de obra para la puesta en marcha de las distintas partes de la instalación. Para ello se va a dividir el presupuesto como sigue:

6.1.1 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se incluye la puesta a tierra de protección y servicio del C.T, y la de la nave. Además, se tienen en cuenta los conductores, las picas, el hincado y las conexiones según se indica en el R.E.B.T.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 μ m, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	11	ud	18,00	198,00
Anillo cable cobre desnudo S=32 mm ²	140	m	2,81	393,40
Arqueta registrable de prolipropileno 40x40 cm	11	ud	74,00	814,00
Grapa abarcan para conexión de pica	11	ud	1,00	11,00
Material auxiliar para instalación de toma de tierra	11	ud	1,15	12,65
Subtotal materiales:				1429,05
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	3	h	18,00	54,00
Ayudante electricista	3	h	17,00	51,00
Peón 2º obra	1	h	15,00	15,00
Subtotal mano de obra:				120,00
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	15,49	30,98
Total:				1580,03

6.1.2 SUMINISTRO

En este apartado se incluye el presupuesto de los conductores, canalizaciones, tubos y zanjas necesarios para distribuir la electricidad desde el punto de acometida a cada máquina.

La siguiente tabla indica el presupuesto de material y mano de obra para los conductores:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 5G1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	222	m	4,74	1052,28
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 4G1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	29	m	3,92	113,68
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	228	m	3,16	720,48
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V)	24	m	0,25	6,00
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 4G2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	5	m	5,56	27,80
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 4G4 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	8	m	7,41	59,28

Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 4G6 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	2	m	8,51	17,02
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G10 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	47	m	8,00	376,00
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G16 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	40	m	10,00	400,00
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G25 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	41	m	13,00	533,00
Cable multipolar H07ZZ-F (AS), con conductor de cobre clase 5 (-F) de 4G120 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z)	40	m	26,00	1040,00
Subtotal materiales:				1886,44
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	10,17	h	18,00	183,06
Ayudante electricista	10,17	h	17,00	172,89
Subtotal mano de obra:				355,95
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	22,42	44,85
Total:				2287,24

Posteriormente, se incluye una tabla en la que se presupuestan los tubos rígidos por los que discurrirán los conductores en la nave, así como el tubo de la canalización subterránea que va desde el centro de transformación a la nave:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 12 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	12	m	0,70	8,40
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	484,30	m	0,85	411,66
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	10	m	1,14	11,40
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	47	m	1,68	78,96

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL

Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	40	m	2,17	86,80
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	41	m	3,20	131,20
Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	19,2	m3	12,02	230,78
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	140	m	8,34	1167,60
Arqueta registrable de prolipropileno 40x40 cm	1	ud	74,00	74,00
Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	140	m	0,25	35,00
Subtotal materiales:				2235,80
Equipo y maquinaria:				
Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	2	h	9,25	18,50
Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	7	h	3,49	24,43
Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,5	h	40,02	20,01
Subtotal equipo y maquinaria:				62,94
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	23,24	h	18,00	418,32

Ayudante electricista	31,65	h	17,00	538,05
Subtotal mano de obra:				956,37
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	32,55	65,10
Total:				3257,27

6.1.3 CUADROS ELÉCTRICOS

Se incluye el presupuesto de los distintos cuadros, tanto de los de la nave como los del centro de transformación:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Cuadro de Baja Tensión del C.T , equipado con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada.	1	ud	152,52	152,52
Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	9	ud	110,00	990,00
Cuadro Auxiliar del C.T, equipado con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 40 A, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada.	1	ud	28,36	28,36
Cuadro Auxiliar, equipado con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 40 A, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada.	1	ud	28,36	28,36
Cuadro Exterior, equipado con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 40 A, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada.	1	ud	28,36	28,36

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL

Cuadros Secundarios (1-4), equipado con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 40 A, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada.	4	ud	28,36	113,44
Cuadro General de Distribución, equipado con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada.	1	ud		0,00
Material auxiliar para instalación eléctricas	9	ud	1,48	13,32
Subtotal materiales:				1354,36
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	4,5	h	18,00	81,00
Ayudante electricista	5	h	17,00	76,50
Oficial 1º construcción	2,7	h	18,00	48,60
Subtotal mano de obra:				206,10
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	15,60	31,21
Total:				1591,67

6.1.4 ILUMINACIÓN

La iluminación incluye tanto las lámparas monofásicas de la recepción, almacén. vestuarios y centro de transformación, como las lámparas trifásicas de las tres zonas del taller. Además, también se incluyen las lámparas exteriores adosadas a la fachada.

El presupuesto tiene en cuenta tanto el coste de la lámpara como el coste de su instalación y puesta en marcha.

El cuadro del presupuesto de la iluminación interior queda:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA NAVE INDUSTRIAL

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Luminaria de techo empotrada, marca PHILIPS tipo FCH481 4xPL-L55W HFP M2	11	ud	31,92	351,12
Luminaria de techo empotrada, marca PHILIPS tipo CR200B 4XTL5-24W HFP GT	140	ud	21,50	3010,00
Luminarias de emergencia URA33 8W	13	ud	74,00	962,00
Tornillería y material auxiliar	164	ud	1,50	246,00
Subtotal materiales:				4569,12
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	50	h	18,00	900,00
Ayudante electricista	50	h	17,00	850,00
Subtotal mano de obra:				1750,00
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	63,19	126,38
Total:				6445,50

El presupuesto para la iluminación exterior:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Luminaria para instalar en superficie de pared, marca PHILIPS tipo BOTANIC floodlight GREY 2x23W con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado y acero inoxidable.	18	ud	36,00	648,00
Tornillería y material auxiliar	18	ud	1,50	27,00
Subtotal materiales:				675,00
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	2,7	h	18,00	48,60
Ayudante electricista	3	h	17,00	45,90
Subtotal mano de obra:				94,50
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	7,70	15,39
Total:				784,89

6.1.5 PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECORRIENTES

Las protecciones contra las sobrecorrientes que se van a utilizar son los interruptores automáticos magnetotérmicos. Se utilizarán los siguientes:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 400 A, poder de corte 10 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	2	ud	1352,00	2704,00
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 3 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	1	ud	41,24	41,24
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 3 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	1	ud	43,20	43,20
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	2	ud	56,21	112,42
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	2	ud	51,70	103,40
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 3 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	5	ud	37,80	189,00

Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 3 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	2	ud	18,90	37,80
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 3 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	5	ud	25,70	128,50
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, poder de corte 10 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	2	ud	64,76	129,52
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 3 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	4	ud	17,94	71,76
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 3 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	1	ud	19,13	19,13
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 3 kA, curva D, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1	7	ud	24,58	172,06
Subtotal materiales:				3752,03
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	8,5	h	18,00	153,00
Ayudante electricista	8	h	17,00	140,25
Subtotal mano de obra:				293,25
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	40,45	80,91
Total:				4126,19

6.1.6 PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS

Las protecciones contra los contactos indirectos por personas que se van a utilizar son los interruptores diferenciales. Se utilizarán los siguientes:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Bloque diferencial regulable, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 400 A, sensibilidad 1A, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	1	ud	1268,00	1268,00
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, sensibilidad 30 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	3	ud	55,40	166,20
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	6	ud	74,15	444,90
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, sensibilidad 300 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	1	ud	127,05	127,05
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, sensibilidad 300 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	2	ud	70,15	140,30

Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, sensibilidad 300 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	3	ud	65,80	197,40
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, sensibilidad 30 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	2	ud	123,90	247,80
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, sensibilidad 30 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	1	ud	80,12	80,12
Interruptor diferencial selectivo, de 2 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, sensibilidad 30 mA, clase A, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1	1	ud	179,11	179,11
Subtotal materiales:				2850,88
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	5	h	18,00	90,00
Ayudante electricista	5	h	17,00	76,50
Subtotal mano de obra:				166,50
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	30,17	60,35
Total:				3077,73

6.1.7 AUTOMATISMOS

Se incluye una tabla con el presupuesto para los automatismos que se van a instalar en los cuadros eléctricos que corresponda:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Contactor, tripolar (3P) (3NA), intensidad nominal 6 A, tensión de bobina 12 V, potencia asignada de empleo 2,2 kW, modelo TeSys K LC1K0610J7 "SCHNEIDER ELECTRIC", con un contacto auxiliar 1NA, conexiones por tornillos de estribo, montaje sobre carril DIN (35 mm) o fijación con tornillos de 4 mm de diámetro.	3	ud	41,10	123,30
Contactor, temporizado tripolar (3P) (3NA), intensidad nominal 6 A, tensión de bobina 12 V, potencia asignada de empleo 2,2 kW, modelo TeSys K LC1K0610J7 "SCHNEIDER ELECTRIC", con un contacto auxiliar 1NA, conexiones por tornillos de estribo, montaje sobre carril DIN (35 mm) o fijación con tornillos de 4 mm de diámetro.	4	ud	55,40	221,60
Interruptor horario programable. Para el alumbrado exterior.	1	ud	147,00	147,00
Transformador de baja tensión 380/24V de 20VA de potencia y refrigeración natural.	2	ud	51,70	103,40
Pulsador normalmente abiertos (NA)	7	ud	2,50	17,50
Pulsador normalmente cerrados (NC)	7	ud	2,50	17,50
Subtotal materiales:				630,30
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	2,708	h	18,00	48,74
Ayudante electricista	5	h	17,00	76,50
Subtotal mano de obra:				125,24
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	7,56	15,11
Total:				770,65

6.1.8 BATERÍA DE CONDENSADORES

La batería de condensadores para corregir el factor de potencia y el material auxiliar para su instalación:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Batería automática de condensadores, para 22 kVAr de potencia reactiva, de 7 escalones, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP 21; condensadores regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles de alto poder de corte.	1	ud	990,00	990,00
Material auxiliar para instalación	1	ud	1,50	1,50
Subtotal materiales:				991,50
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	2	h	18,00	36,00
Ayudante electricista	2	h	17,00	34,00
Subtotal mano de obra:				70,00
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	10,62	21,23
Total:				1082,73

6.1.9 TOMAS DE CORRIENTE

Se incluyen las tomas de corriente monofásicas y trifásicas de la nave y el centro de transformación, y los interruptores del alumbrado monofásico.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Bloque compacto de 2 tomas de corriente monofásica de 16 A de corriente nominal y 230V de tensión.	12	ud	8,00	96,00
Bloque compacto de 3 tomas de corriente trifásica de 16 A de corriente nominal y 400V de tensión más una toma de corriente monofásica de 16A de corriente nominal y 230V de tensión.	4	ud	28,00	112,00
Interruptor conmutado para el encendido del alumbrado monofásico	6	ud	5,00	30,00
Interruptor simple para el encendido del alumbrado monofásico	2	ud	4,00	8,00
Material auxiliar para instalación	1	ud	1,50	1,50
			Subtotal materiales:	247,50
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	2	h	18,00	36,00
Ayudante electricista	2	h	17,00	34,00
			Subtotal mano de obra:	70,00
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	3,18	6,35
			Total:	323,85

6.1.10 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación incluye el bloque prefabricado, las celdas y el transformador. El presupuesto queda reflejado en la siguiente tabla:

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/ud (€/ud)	Importe
Materiales				
Centro de transformación metálico prefabricado, instalado en superficie y de maniobra exterior de marca Ormazábal y de tipo: Ormaset.-M 12kV.	1	ud	5460,34	5460,34
Celda de línea con aparellaje en dieléctrico de gas SF6 con interruptor seccionados e indicador de presencia de tensión con una tensión máxima de 24kV	1,00	ud	2376,10	2376,10
Celda de protección con aparellaje en dieléctrico de gas SF6 con fusible de 20A de corriente nominal, seccionador de puesta a tierra e indicador de presencia de tensión con una tensión máxima de 24kV	1	ud	1890,53	1890,53
Celda de medida con con aparellaje en dieléctrico de gas SF6. Con 3 transformadores de tensión de relación 13,2/0,11 kV y 3 transformadores de corriente de relación 10/5 A.	1	ud	3522,40	3522,40
Transformador Ormazábal, T. convencional, hermético y de llenado integral, de 150 kVA de potencia y de aceite mineral aislante de acuerdo con la norm IEC 60296. Con 17,5 kV de tensión más elevada del material (aislamiento) y relación de transformación 13,2/0,4 kV.	1	ud	9454,76	9454,76
Material auxiliar para instalación del centro de transformación	1	ud	1,60	1,60
Subtotal materiales:				22705,73
Equipo y maquinaria:				
Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	2	h	9,25	18,50
Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	1	h	66,84	66,84
Subtotal equipo y maquinaria:				85,34
Mano de obra				
Oficial 1º electricidad	5	h	18,00	90,00
Ayudante electricista	5,00	h	17,00	85,00
Oficial 1º construcción	3,00	h	18,00	54,00
Peón 2º obra	3,00	h	17,00	51,00
Subtotal mano de obra:				280,00
Costes directos complementarios				
Costes directos complementarios	2	%	230,71	461,42
Total:				23447,15

6.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)

El presupuesto de ejecución del material es la suma de los diferentes capítulos previos, la siguiente tabla resume el P.E.M:

Capítulos del presupuesto	Material	Equipo y maquinaria	Mano de obra	Total
1.Instalación de puesta a tierra	1429,05	0,00	120,00	1580,03
2.Suministro	4122,24	62,94	1312,32	5607,45
3. Cuadros eléctricos	1354,36	0,00	206,10	1591,67
4. Iluminación	5244,12	0,00	1844,50	7230,39
5. Protección frente a sobrecorrientes	3752,03	0,00	293,25	4126,19
6. Protección frente a contactos indirectos	2850,88	0,00	166,50	3077,73
7. Automatismos	630,30	0,00	125,24	770,65
8. Bateria de condensadores	991,50	0,00	70,00	1082,73
9. Tomas de corriente	247,50	0,00	70,00	323,85
10. Centro de transformación	22705,73	85,34	280,00	23532,49
Total	43327,71	148,28	4487,91	48923,18

El presupuesto de ejecución material asciende a CUARENTA Y OCHO MIL, NOVECIENTOS VEINTITRÉS CON DIECIOCHO EUROS.

6.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Al P.E.M hay que añadirle diferentes apartados como sigue:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	48923,18
Estudio básico de seguridad y salud (2% sobre el P.E.M)	978,46
Gastos generales (13% sobre el P.E.M)	6360,01
Beneficio industrial (6% sobre el P.E.M)	2935,39
Honorarios del trabajo de ingeniero (15% sobre el P.E.M)	7338,48
PRESUPUESTO BRUTO	66535,52
I.V.A (20% sobre el presupuesto bruto)	13307,10
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	79842,63

El presupuesto de ejecución por contrata, y por ello, el presupuesto total del proyecto, asciende a SETENTA Y NUEVE MIL, OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS, CON SESENTA Y TRES EUROS.

En Pamplona, a 23 de Junio del 2017,

Jaime González Salcedo

DOCUMENTO 7

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

7.1 NORMATIVA.....	145
7.2 MEMORIA.....	145
7.3 CÁLCULOS	146
7.4 PLIEGO DE CONDICIONES.....	146
7.5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	147
7.6 PRESUPUESTO.....	147

Para la realización del proyecto se han utilizado sobretodo referencias recuperadas de normativas y normas técnicas tanto de la compañía suministradora Iberdrola como del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y otras normas UNE y Decretos forales.

Pero, además de estas referencias, se han utilizado documentos recuperados de la Web, y que se detallan a continuación:

7.1 NORMATIVA

Se especifican los documentos que se han consultado para la búsqueda de la normativa utilizada:

Ministerio de Ciencia y Tecnología (18-09-2002),
Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
Recuperado de la Web: <http://www.copitisg.es/uploaded/REGLAMENTO%20ELECTR%C3%93NICO%20DE%20BT%202002..pdf?PHPSESSID=45isc2714mbrivniqb7fnfd8f3>

Gobierno de Navarra, *Buscador de legislación.*
Recuperado de la Web: <http://www.lexnavarra.navarra.es/>

Ministerio de Empleo y Seguridad Social, *Textos legales.*
Recuperado de la Web: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.4ad57ff5e71385ff212d8185060961ca/?vgnnextoid=ff3cc6b33a9f1110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&tipo=c6468d22749f5210VgnVCM1000000d02350aTAXC>

Iberdrola Distribución Eléctrica, *Normativa*
Recuperado de la Web: http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/nce/IBERDROLA/MT_2.51.01_7_sep13.pdf

7.2 MEMORIA

Se especifican los documentos que se han utilizado para consultar información relativa a la memoria del proyecto:

Hugo Fernández Cagigas (Enero 2013), *Trabajo de fin de grado.*
Recuperado de la Web: <https://ingemecanica.com/ingenieria/proyectos/proyecto58.pdf>

IES Gallicum, *Guía para instalar tubos y canalizaciones.*
Recuperado de la Web: <http://www.gallicum.es/wp-content/uploads/2011/06/tubos-y-canalizaciones-web.pdf>

Escholarium, *Sistemas de instalación de canalizaciones.*
Recuperado de la Web: http://eschoform.educarex.es/useruploads/r/c/886/scorm_imported/95629621932498674687/page_16.htm

Ormazábal, *Centro de transformación*.

Recuperado de la Web: <https://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/ca-209-en-1506.pdf>

Ormazábal, *Transformador*.

Recuperado de la Web: <https://www.ormazabal.com/sites/default/files/descargas/ca-109-es-1508.pdf>

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas. *Interruptores diferenciales*.

Recuperado de la Web: <http://platea.pntic.mec.es/alabarta/CVE/Soporte/Materiales/diferenciales.pdf>

Wikipedia, *Interruptores diferenciales*.

Recuperado en Abril 2017 de la Web: https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_diferencial

Arqhys Arquitectura, *Conductores de equipotencialidad*.

Recuperado de la Web: <http://www.arqhys.com/construcciones/conductores-equipotencialidad.html>

7.3 CÁLCULOS

Líneas Eléctricas. *Herramientas de diseño y cálculo de líneas*.

Recuperado de la Web: http://www.lineaselectricas.net/index_archivos/Page1514.htm

Universidad República Uruguay, *Dimensionado de canalizaciones eléctricas*.

Recuperado de la Web: https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/122140/mod_resource/content/0/Apuntes%20Te%C3%B3rico.pdf

Tecnigal Soluciones, *Tablas para el cálculo de secciones*.

Recuperado de la Web: <http://www.tecnigal.com/gestion/descargas/docs/Tablas.pdf>

LedBox. *Niveles de iluminación recomendados*.

Recuperado de la Web: <https://blog.ledbox.es/informacion-led/niveles-recomendados-lux>

7.4 PLIEGO DE CONDICIONES

Hugo Fernández Cagigas (Enero 2013), *Trabajo de fin de grado*.

Recuperado de la Web: <https://ingemecanica.com/ingenieria/proyectos/proyecto58.pdf>

7.5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Colegio Oficial de Geólogos. *Evaluación y prevención de los riesgos laborales*. Recuperado de la Web: http://www.icog.es/_portal/uploads/serviciosdoc/guiaobrasdeconstruccionrd1627_97.pdf

Universidad de Sevilla. *Estudio básico de seguridad y salud para la ICT*. Recuperado de la Web: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11887/fichero/08.Seguridad+y+Salud.pdf>

7.6 PRESUPUESTO

Iván Blay Solano (2014), *Trabajo de fin de grado*. Recuperado de la Web: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/50066/TFG%20lv%C3%A1n%20Blay4248536335200016289.pdf?sequence=3>

Carles Angel SanFelix (2015), *Trabajo de fin de grado*. Recuperado de la Web: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53522/TFG%20_1436216948492422705011808215077.pdf?sequence=2

Escuela politécnica de Alicante. *Proyecto de instalación de C.T.* Recuperado de la Web: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/e792bdb3-6bfc-46a3-9f3b-280f53599a5f/DOC201307301229331302+PROYECTO+CT.pdf?MOD=AJPERES>

CYPE, *Generador de precios*. Recuperado de la Web: <http://www.generadordeprecios.info/>

Presupuestate, *Generador de precios*. Recuperado de la Web: <http://www.presupuestate.com/presupuestos.php?presupuesto=electricista&np=&multi=&empresa=>

PHILIPS, *Catálogo de iluminación*. Recuperado de la Web: http://www.lighting.philips.com/es_es/index.php?main=es_es&parent=es_es&id

Schneider Electric, *Catálogo de instalación eléctrica*. Recuperado de la Web: <http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/inicio.page>

Ilumitec, *Catálogo de instalación eléctrica*. Recuperado de la Web: <http://www.ilumitec.es/>

ElInstaladorElectricista, *Catálogo de instalación eléctrica*. Recuperado de la Web: <https://www.elinstaladorelectricista.es/>

